

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดยางพาราโดยใช้แก๊สเอทิลีนภายใต้ความแปรปรวนของ
ภูมิอากาศในภาคใต้ของประเทศไทย
Enhancing the Rubber Tapping Efficiency Using Ethylene Stimulation
under Climate Variability in Southern Thailand

คณะนักวิจัย

สายนธ์ สดุดี
จุรีรัตน์ รักขันธ์
Regis Lacote

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2557-2558 รหัสโครงการ NAT570167S

การเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดยางพาราโดยใช้แก๊สเอทิลีนภายใต้ความแปรปรวนของภูมิอากาศใน
ภาคใต้ของประเทศไทย

Enhancing the Rubber Tapping Efficiency Using Ethylene Stimulation under Climate
Variability in Southern Thailand

จัดทำโดย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี
2. นางสาวจุรีรัตน์ รักขันธุ์
3. Dr. Regis Lacote

สังกัด

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
CIRAD (Centre de coopération
internationale en recherche
agronomique pour le développement)

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2557-2558 รหัสโครงการ NAT570167S

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดยางพาราโดยใช้แก๊สเอทิลีนภายใต้ความแปรปรวนของ
ภูมิอากาศในภาคใต้ของประเทศไทย โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2557-2558 ได้รับความร่วมมือการสนับสนุนสถานที่การทำวิจัย
และวิเคราะห์ข้อมูลจาก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ
สถานีวิจัยเทพา อำเภเทพา จังหวัดสงขลา โครงการดังกล่าวได้สำเร็จลงด้วยดีทุกประการ จึงขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี
หัวหน้าโครงการวิจัย

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นสาเหตุของการลดปริมาณผลผลิตของยางพารา เพราะปริมาณฝนที่ตกเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้จำนวนวันกรีดยางลดลง ดังนั้น ได้มีการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแรงงานกรีดยางด้วยการประยุกต์ใช้แก๊สเอทิลีนในพื้นที่จังหวัดสงขลา ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2557-2558 โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ศึกษาในพื้นที่สถานีวิจัยเทพา อำเภเทพา จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบ One Tree Plot Design (OTPD) จำนวน 20 ซ้ำ การทดลองที่ 1 ประกอบด้วย 5 ระบบกรีด คือ T1: S/3 d1 2d/3, T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m), T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d), T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y(9d) และ T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) และการทดลองที่ 2 ประกอบด้วย 3 ระบบกรีด คือ T1: S/3 d1 2d/3, T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) และ T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ผลการทดลองที่ 1 พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบ T5 ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดและผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ โดยมีค่าปริมาณเนื้อยางแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณส่งผลต่อการลดลงของค่าปริมาณซูโครสและค่าปริมาณไฮดรอล แต่มีค่าปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง ค่าการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำสอดคล้องกับการให้ผลผลิตที่สูงขึ้นและมีการสิ้นเปลืองเปลือกน้อยกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ สำหรับผลการทดลองที่ 2 พบว่า การใช้ระบบเจาะแบบ T3 การเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดและผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ แต่ส่งผลต่อการลดลงของค่าปริมาณเนื้อยางแห้ง ค่าการเจริญเติบโตทางลำต้น ค่าปริมาณซูโครสและค่าปริมาณไฮดรอล ในขณะที่ค่าปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่า การเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์มีการกระจายตัวของปริมาณซูโครสเฉลี่ยรอบลำต้นสูงกว่า แต่มีการกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยรอบลำต้นต่ำกว่าระบบกรีดอื่นๆ จากผลการทดลองทั้งสองการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์แสดงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของแรงงานกรีดยางด้วยการใช้ระบบกรีดและระบบเจาะได้

Abstract

Recently, climate variability in Southern Thailand has caused the latex yield reduction of rubber because of higher rainfall leading to lower tapping days. To increase tapping labour efficiency, ethylene stimulation was applied Songkhla province during 2014-2015. Two experiments were established at Thepa Research Station. Both experiment was designed as One Tree Plot Design (OTPD) with 20 replication. The experiment 1, there was 5 treatments; T1: S/3 d1 2d/3, T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m), T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d), T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y(9d) and T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) and the experiment 2, there was 3 treatments; T1: S/3 d1 2d/3, T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) and T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d). Results in the experiment 1 showed that the T5 provided the highest latex yield per tapping and kg/tree which was significantly different from the conventional tapping system. There was no significant difference in dry rubber content (DRC) among the treatments. However, the T5 caused the decreases of sucrose and thiol, while inorganic phosphorus was high. Low of girth increment and bark consumption were found in the T5. The experiment 2, the T3 provided the highest latex yield per tapping and accumulated yield than the conventional tapping system. However, DRC, girth increment, sucrose and thiol in the T3 decreased, while inorganic phosphorus increased. Besides, it was found that high sucrose distribution in bark panel was found in the T3, but inorganic phosphorus distribution in the bark panel was low comparing with the other treatments. According to the both experiment results, it indicated the ethylene stimulation of double tex showed good performance in increasing the labour tapping efficiency even in cutting bark by tapping knife or puncturing.

สารบัญ

	หน้า
รายการ	
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพผนวก	ช
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	2
วิธีการทดลอง	9
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
สรุปผลการทดลอง	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	44

สารบัญตาราง

รายการ	หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีต) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	20
ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	20
ตารางที่ 3 ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (%) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	21
ตารางที่ 4 ปริมาณซูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	22
ตารางที่ 5 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	23
ตารางที่ 6 ปริมาณไรเออล (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	24
ตารางที่ 7 ความสิ้นเปลืองเปลือก (เซนติเมตร) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	26
ตารางที่ 8 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีต) ของระบบกรีต 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	27
ตารางที่ 9 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีต 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	27
ตารางที่ 10 ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (%) ของระบบกรีต 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	28
ตารางที่ 11 ปริมาณซูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีต 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	28
ตารางที่ 12 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีต 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	29
ตารางที่ 13 ปริมาณไรเออล (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีต 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558	30

สารบัญภาพ

รายการ	หน้า
ภาพที่ 1 อุปกรณ์ในการติดตั้ง RRIMFLOW	11
ภาพที่ 2 อุปกรณ์ในการติดตั้ง LET-I	11
ภาพที่ 3 อุปกรณ์ในการติดตั้ง Double Tex	11
ภาพที่ 4 สารเคมีเร่งน้ำยาง Ethephon	11
ภาพที่ 5 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ทั้งหมด 60 จุดต่อต้น	16
ภาพที่ 6 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ทั้งหมด 80 จุดต่อต้น	17
ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ของเดือนกันยายน 2556 – 2558	18
ภาพที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกริด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558 ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร ที่แตกต่างกันในแต่ละบาร์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $P \leq 0.05$ เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT	25
ภาพที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558 ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร ที่แตกต่างกันในแต่ละบาร์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $P \leq 0.01$ เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT	30
ภาพที่ 10 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสของลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกริด S/3 d1 2d/3 ในช่วงให้ผลผลิตสูง	32
ภาพที่ 11 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสของลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง	33
ภาพที่ 12 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสของลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง	34
ภาพที่ 13 การกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสของลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกริด S/3 d1 2d/3 ในช่วงให้ผลผลิตสูง	36
ภาพที่ 14 การกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสของลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง	37
ภาพที่ 15 การกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสของลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง	38

สารบัญภาพผนวก

รายการ	หน้า
ภาพผนวกที่ 1 การตั้งหน้ากริดระบบกริด S/3 d1 2d/3	45
ภาพผนวกที่ 2 การตั้งหน้ากริดระบบกริด S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	46
ภาพผนวกที่ 3 การตั้งหน้ากริดระบบกริด S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y (6d)	47
ภาพผนวกที่ 4 การตั้งหน้ากริดระบบกริด S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	48
ภาพผนวกที่ 5 การตั้งหน้ากริดระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)	49
ภาพผนวกที่ 6 การตั้งหน้ากริดระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)	50

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดของโลก จากการรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2553 พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 17.98 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 3.05 ล้านตัน ประมาณ 95 % เป็นพื้นที่ปลูกของเกษตรกรรายย่อย การปลูกยางพารานั้นมักประสบปัญหาเรื่องปริมาณผลผลิตน้ำยางต่อพื้นที่ปลูกต่ำกว่าที่ควร ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรและทำให้ผลผลิตยางโดยรวมของประเทศสูญเสียไป ปัจจุบันเกษตรกรจึงนำเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตน้ำยางด้วยแก๊สเอทิลีนเข้ามาช่วยจัดการผลผลิตในสวนยาง ช่วยให้ผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า คือ RRIMFLOW, LET I, Double TEX และ การทาด้วยสารเอทิฟอน (ethephon) มาใช้กับยางพาราก่อนโค่น โดยแก๊สเอทิลีนจะไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ATPase ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของโปรตอนเข้าสู่เซลล์ สังเคราะห์น้ำยาง เร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง นอกจากนี้สามารถเร่งการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของน้ำในเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์สังเคราะห์น้ำยางทำให้น้ำยางไหลนานกว่าปกติ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกรีดต่อครั้งกรีด รวมถึงสามารถเพิ่มรายได้ของเกษตรกร และเนื่องจากในช่วงปี 2553 ราคายางพาราได้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปี 2554 จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรชาวสวนยางนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้กับต้นยางอายุน้อยกว่า 15 ปี เพื่อต้องการปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้อายุการให้ผลผลิตน้ำยางของต้นยางสั้นลงได้ ทั้งที่การใช้แก๊สเอทิลีนเหมาะกับยางอายุมากกว่าก่อนที่จะโค่น นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทิลีนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นยางและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง โดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลซูโครสที่จะลดลงด้วย

จากการทดสอบการใช้แก๊สที่จังหวัดสงขลา (สายัณห์ และคณะ, 2553) พบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตยางได้ แต่ก็พบปัญหาที่มีผลทำให้น้ำตาลซูโครสลดลง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาต่อเพื่อปรับปรุงการใช้แก๊สประกอบกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงรุนแรงตั้งแต่ปี 2553 ในภาคใต้ที่ทำให้อุทกภัยและวาตภัยรุนแรง ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นมากจนส่งผลให้วันกรีดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (สายัณห์ และอัครมน, 2555) ดังนั้นเกษตรกรชาวสวนยางจึงมีการปรับตัวโดยการใช้แก๊สเอทิลีนเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางต่อครั้งกรีดให้เพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรีดปกติที่ไม่ได้กระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีน นอกจากนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนเวลาการกรีดเพื่อหลีกเลี่ยงช่วงฝนตก

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงวิธีการที่เหมาะสมในการใช้แก๊สเอทิลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดได้อย่างเหมาะสม โดยไม่ให้ส่งผลกระทบรุนแรงต่อสรีรวิทยาของต้นยาง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอาการหน้ายางแห้ง (tapping panel dryness) ในระยะยาวได้ นอกจากนี้ผลจากการศึกษานี้จะมีประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนของภาคใต้ คือ ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส เพราะจะช่วยลดจำนวนวันกรีดและปรับเวลาการกรีดเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดกับเกษตรกรชาวสวนยาง

วัตถุประสงค์

1. ทราบการใช้แก๊สเอทิลีนกับระบบกรีดที่เหมาะสม เพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสรีรวิทยาของต้นยางพารา โดยเปรียบเทียบกับกรีดระบบอื่น ๆ ที่มีการใช้เอทิลีน และระบบกรีดปกติ (conventional tapping system) ที่เกษตรกรในพื้นที่เลือกใช้
2. เปรียบเทียบการกรีดที่ใช้แก๊สเอทิลีน การเจาะ และวิธีการกรีดปกติ เพื่อประเมินผลกระทบต่อสรีรวิทยาน้ำยางและ latex mapping ภายในผลผลิตน้ำยางด้วย
3. เพื่อให้ได้แนวทางการประยุกต์ใช้แก๊สเอทิลีนในระบบกรีดที่เพิ่มประสิทธิภาพการกรีดได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ความแปรปรวนของภูมิอากาศในภาคใต้

ตรวจสอบเอกสาร

ยางพารา เป็นไม้ยืนต้น มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนฝนตกชุก ลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล การเจริญเติบโตของยางพาราในระยะแรกจะเจริญทางสูงก่อน เมื่อเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งแล้วเซลล์จะขยายตัวออกทางด้านข้าง ยางพาราที่มีการเจริญเติบโตตามปกติจะมีเส้นรอบวงของต้นยางออกเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10 เซนติเมตร ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง มีกระบวนการเมทาบอลิซึมค่อนข้างสูง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลปานกลาง (พิศมัย และคณะ, 2546) แต่มีความสามารถในการสร้างผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นได้ปานกลาง ในขณะที่มีการสร้างมวลชีวภาพสูง (อารักษ์ และพิศมัย, 2546) สำหรับการสร้างผลผลิตน้ำยาง (มวลของเนื้อยางแห้ง) ของยางพันธุ์ RRIM 600 มีค่าในช่วง 300-400 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (จินตนา และสุนทรี, 2544) และเป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม 1 แนะนำให้ปลูกโดยไม่จำกัดพื้นที่ปลูก เนื่องจากเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ได้ผ่านการทดลองและศึกษาลักษณะต่าง ๆ อย่างละเอียด ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีแหล่งกำเนิดในประเทศมาเลเซีย การเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดปานกลาง ความสม่ำเสมอของขนาดลำต้นปานกลาง แตกกิ่งช้า กิ่งมีขนาดปานกลาง เริ่มผลัดใบเร็ว เปลือกเดิมบาง เปลือกใหม่หนาปานกลาง (สถาบันวิจัยยาง, 2550) การกรีดยางด้วยระบบครึ่งลำต้นสองวันเว้นวัน (S/2 2d/3) เป็นระบบกรีดที่เหมาะสมกับยางพันธุ์ RRIM 600 เนื่องจากให้ผลผลิตสูงกว่าการกรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน (S/2 d2) เฉลี่ย 9.49 เปอร์เซ็นต์ (เพียว และคณะ, 2542) และเป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางปานกลาง (พิชิต และคณะ, 2548)

1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต

ต้นยางนำเอาแป้งและน้ำตาลที่ได้จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงมาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง เสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และอีกส่วนถูกเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง อารักษ์ และคณะ (2546) กล่าวว่า ความยาวนานของช่วงแสงไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตน้ำยาง จากงานวิจัยของ Silpi และคณะ (2006b) พบว่า ต้นยางที่มีการเปิดกรีดมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้เปิดกรีด เมื่อมีการกรีดยางเพื่อเอาน้ำยาง อาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ส่วนหนึ่งจะถูกแบ่งไป

ใช้ในการสร้างน้ำยางทดแทน ดังนั้นเมื่อต้นยางให้ผลผลิตมากการเจริญเติบโตก็ยังลดลง จึงจำเป็นต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง ลักษณะการให้ผลผลิตน้ำยางขึ้นอยู่กับความสมดุลของการไหล และการสร้างน้ำยางขึ้นมาใหม่ในระหว่างครั้งกรีต ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของยางแต่ละพันธุ์ การเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางควรเก็บเกี่ยวตามความสามารถในการสังเคราะห์น้ำยาง เพื่อรักษาสมดุลทางสรีรวิทยา และลดการเกิดอาการเปลือกแห้ง ดังนั้น การพิจารณาใช้ระบบกรีตกับพันธุ์ยาง จึงควรประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ยางก่อน ผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการคือ

1.1 การไหลของน้ำยาง ประกอบด้วยอัตราการไหลและระยะเวลาการไหลของน้ำยาง การไหลของน้ำยางขึ้นอยู่กับความดันภายในท่ออาหารและท่อน้ำยาง มีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างแรงดันกับการไหลของน้ำยางในระหว่างการกรีตยาง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความดัน ได้แก่ ช่วงเวลาในการกรีตยาง ปกติในช่วงเที่ยงวันปากใบของต้นยางจะปิด เพราะอุณหภูมิสูง ทำให้ความดันและผลผลิตลดลง การหยุดไหลของน้ำยางเนื่องจากเกิดการจับตัวของน้ำยางเกิดการอุดตันบริเวณหน้ากรีดยาง การอุดตันจะเกิดช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ยางและระบบกรีตยาง การเก็บข้อมูลปริมาณน้ำยางที่ไหลใน 5 นาทีแรก ปริมาณน้ำยางทั้งหมด ความยาวรอบกรีต นำมาคำนวณ ดังนี้

$$\text{Initial flow rate} = \frac{\text{ปริมาณน้ำยางที่ไหล 5 นาทีแรก (มล.)}}{\text{ความยาวรอบกรีต}} \text{ มิลลิตร/ชม./นาที่}$$

$$\text{Plugging index} = \frac{\text{ปริมาณน้ำยางที่ไหลเฉลี่ยใน 5 นาทีแรก (ม.ล./นาที่)} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำยางทั้งหมด}}$$

น้ำยางประกอบด้วยอนุภาคต่าง ๆ แขนงลอยอยู่ได้เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าลบเหมือนกันจึงผลักกันทำให้ไม่ตกตะกอน เมื่อกรีดยางมีแรงกลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของลูทอยด์แตก ประจุบวกอยู่ในลูทอยด์กระจายจับกับประจุลบที่อยู่ล้อมรอบอนุภาคยาง ทำให้เกิดการจับตัวของอนุภาคยาง

1.2 การสร้างน้ำยางภายหลังจากการกรีตยาง หลังจากการกรีตยางในเซลล์ท่อน้ำยางมีกระบวนการเมทาบอลิซึมเพื่อสร้างน้ำยางขึ้นมาใหม่ มีปัจจัยที่สำคัญควบคุม กระบวนการเมทาบอลิซึมในการสร้างน้ำยาง ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลซูโครส กระบวนการเมทาบอลิซึม และพลังงานที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง

2 ความสัมพันธ์ของเปลือกยางและการกรีตยางต่อผลผลิตน้ำยาง

ต้นยางนำแป้งและน้ำตาลจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงมาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง เสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง โครงสร้างเปลือกยางและท่อน้ำยางจึงมีความสัมพันธ์กับการกรีตและผลผลิตน้ำยาง จึงต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง พิศมัย (2544) ได้รายงานไว้ว่า ผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการ

คือ การไหลและการหยุดไหลของน้ำยาง และการสร้างน้ำยางภายหลังการกรีดยางการไหลของน้ำยางขึ้นอยู่กับความดันต่าง ภายในท่ออาหารและท่อน้ำยางมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างแรงดันกับการไหลของน้ำยางในระหว่างการกรีด จากการศึกษาของ Chanasongkram และ Samosorn (1989) พบว่าปริมาณและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำยางมีค่ามาก ทำให้การไหลของน้ำยางมากขึ้นด้วย อัตราการไหลจึงถูกกำหนดโดยจำนวนเซลล์และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำยาง ผลผลิตน้ำยางมากตามจำนวนท่อน้ำยางที่มีมากในเปลือกชั้นใน ซึ่งจำนวนของวงท่อน้ำยางนั้นจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.74-3.14 วงต่อปี Riches และ Gooding (1952) รายงานว่า น้ำยางเป็นส่วนที่ได้รับจากเปลือกของต้นยางโดยการกรีด ซึ่งน้ำยางที่ไหลออกมาปริมาณน้อยยางสูง (50-60 เปอร์เซ็นต์) น้ำยางจะมีความหนืดสูงเป็นสาเหตุทำให้น้ำยางไหลช้าลงและแข็งตัวที่รอยกรีด ในขณะที่ปริมาณน้อยยางน้อย น้ำยางไหลต่อเนื่องเป็นเวลานาน 2-3 ชั่วโมง จากนั้นจะค่อย ๆ ลดน้อยลง การกรีดยางจะกรีดจากด้านซ้ายมาขวาทำมุมเอียง 30-35 องศา กับแนวระดับ รอยกรีดยาวในสัดส่วนที่เหมาะสมกับขนาดต้นยางและความสิ้นเปลืองเปลือกเปลือกแต่ละครั้งกรีด 1.7-2.0 มิลลิเมตร หรือไม่เกิน 25 เซนติเมตรต่อปี กรีดใกล้เยื่อเจริญโดยจะเหลือ ส่วนของเปลือกชั้นในอย่างน้อย 0.5 มิลลิเมตร จากเยื่อเจริญ และกรีดในช่วงเวลาที่เหมาะสม 03.00-06.00 น. ทำให้ตัดจำนวนวงท่อน้ำยางได้มาก น้ำยางไหลในอัตราความเร็วที่เหมาะสม Paardekoper (1989) รายงานว่า การไหลของน้ำยางถูกกำหนดโดยปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยปกติปริมาณเนื้อยางแห้งอยู่ที่ 33-35 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำยางสดทั้งหมด การไหลของน้ำยางหลังการกรีดมีระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง ถึง 3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับพันธุ์ยาง สภาพแวดล้อม ฤดูกาล และระบบกรีดยาง Milford และคณะ (1969) ได้อธิบายไว้ว่า อัตราการไหลของน้ำยางหลังกรีดจะสูงในตอนเริ่มต้นแล้วจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมาและอัตราการไหลค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ จนน้ำยางหยุดไหล

3 ระบบกรีด

ระบบกรีด คือ การกำหนดความยาวรอยกรีดและจำนวนวันกรีด ระบบกรีดมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง ถ้าลดความยาวรอยกรีดให้สั้นลงเหลือ 1 ใน 3 ของลำต้น (S/3) ต้นยางจะโตเฉลี่ย 2.9 เซนติเมตร/ปี ในขณะที่การกรีดด้วยรอยกรีดครึ่งลำต้น (S/2) ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 2.6 เซนติเมตร/ปี (โชคชัย และคณะ, 2538) ปัจจุบันระบบกรีดที่เกษตรกรนิยมใช้ส่วนมากเป็นระบบกรีดถี่ เช่น กรีด 4 วัน หยุด 1 วัน (4d/5) และกรีด 3 วัน หยุด 1 วัน (3d/4) ทำให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดหรือต่อวันน้อย การกรีดสามวันเว้นวัน (3d/4) ทำให้กระบวนการสร้างน้ำยางไม่สมบูรณ์ ผลผลิตเป็น กรัม/ต้น/ครั้งกรีด ลดลง 18 - 37% เปรียบเทียบกับการกรีดวันเว้นวัน (พิศมัยและคณะ, 2549) อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มอัตราการเกิดโรคหน้าแห้ง

4 การกรีดยางด้วยวิธีการเจาะต้นยางโดยใช้แก๊สเอทิลีนเร่งน้ำยาง

4.1 ประวัติความเป็นมา

การกรีดยางด้วยวิธีการเจาะต้นยางเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับประเทศไทย แต่ประเทศมาเลเซียได้ใช้วิธีนี้มานานแล้ว เนื่องจากส่วนมากมาเลเซียเป็นสวนขนาดใหญ่ ส่วนประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย ซึ่งไม่กล้าเสี่ยงในการใช้วิธีนี้ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการกรีดแบบใช้มีดกรีด แต่สำหรับ

การกรีดแบบการเจาะต้นยางมีที่มาจากกรีดยางหน้าสูง ซึ่งมี 2 แบบ โดยมีวิธีแบบการกรีดเพื่อการพักหน้ากรีดหน้าปกติ และการกรีดก่อนโค่น การกรีดก่อนโค่นจะมี 2 แบบ คือ

1. การกรีดก่อนโค่นควบคู่กับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% สารเร่งน้ำยางที่มีสถานะเป็นของเหลวซึ่งสามารถปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีนที่มีคุณสมบัติทำให้น้ำยางแข็งตัวช้าและเพิ่มการดูดซึมน้ำจากเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่ท่อน้ำยางมีผลทำให้การไหลของน้ำยางนานกว่าปกติทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2. การกรีดหรือการเจาะร่วมกับการใช้แก๊สเอทธิลีน โดยในที่นี้จะกล่าวถึงการกรีดหรือการเจาะร่วมกับการใช้แก๊สเอทธิลีน ซึ่งได้ค้นคว้าโดยสถาบันวิจัยยางมาเลเซีย (Rubber Research Institute of Malaysia = RRIM) เพื่อรองรับการขาดแคลนแรงงานในประเทศมาเลเซียในปี พ.ศ.2534 เรียกวิธีการเจาะต้นยางโดยใช้แก๊สเร่งน้ำยางนี้ว่า “ริมโพลว์” ซึ่งใช้กับยางก่อนโค่นในระยะ 5 ปีสุดท้าย คือ เมื่ออายุประมาณ 20-25 ปีขึ้นไป (พงษ์เทพ, 2538) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมการอัดแก๊สหรือฮอโมนเอทธิลีนเข้าไปในเปลือกต้นยางพาราเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยางโดยเฉพาะจากต้นยางพาราที่ปลูกมาแล้วไม่น้อยกว่า 15 ปี ซึ่งมีการกรีดยางไปแล้วทั้ง 2 หน้า และเปลือกงอกใหม่ยังบางหรือหนาไม่ถึง 1 ซม. หากกรีดซ้ำหน้าเดิมก็จะได้น้ำยางน้อย จึงได้มีเทคโนโลยีการใช้อุปกรณ์เพื่อให้สามารถอัดฮอโมนเอทธิลีนเข้าไปในเปลือกยางพาราได้ซึ่งเรียกว่าเทคโนโลยีริมโพลว์ (กระเปาะพลาสติก) โดยทำการกรีดยางหน้าสูงด้วยรอยกรีดสั้นเพียง 4 นิ้ว ทำให้ได้ผลผลิตน้ำยางมากและอีกวิธีการหนึ่งก็คือ LET-I เป็นการดัดแปลงระบบริมโพลว์ของมาเลเซียจนกลายมาเป็นแบบของไทย โดยมีหลักการเดียวกับริมโพลว์

ปัจจุบันการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกับต้นยางพาราเพื่อเพิ่มเวลาการไหลของน้ำยางมากขึ้นหลังจากการกรีด สำหรับสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบันได้แก่ 2-chloroethyl phosphonic acid หรือชื่อสามัญ คือ เอทธิฟอน (ethephon) โดยที่จะปล่อยแก๊สเอทธิลีน (ethylene) ทำให้แก๊สซึมเข้าสู่เปลือกชั้นใน และเข้าสู่ท่อน้ำยางส่งผลให้น้ำสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลซูโครส เพิ่มความดันภายในท่อน้ำยางบริเวณพื้นที่ให้น้ำยาง และชะลอการจับตัวเม็ดยาง การอุดตันข้างล่าง น้ำยางจึงไหลได้นานขึ้น ทั้งนี้สารเคมีที่นำมาใช้อาจอยู่ในรูปสารละลายหรือแก๊ส (สถาบันวิจัยยาง, 2547) จากการศึกษาของ Sivakumaran (1983) ในประเทศมาเลเซีย ระยะเวลาการทดลอง 9 ปี โดยใช้ระบบกรีดครั้งละต้นวันเว้นวัน (S/2 d2) และใช้สารเคมีเร่งน้ำยางพบว่าบางพันธุ์จะได้น้ำยางน้อยในปีหลังๆ แต่เมื่อเว้นระยะห่างของวันกรีดให้มากขึ้น เช่นกรีดทุกสามวัน ผลผลิตจะดี สำหรับบางพันธุ์การแบ่งลำต้นเป็นสี่ส่วน (S/4) แล้วใช้สารเคมีเร่งน้ำยางจะได้ผลผลิตน้ำยางพอๆกับการแบ่งลำต้นเป็นสองส่วน (S/2) และไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ซึ่งจะช่วยประหยัดเปลือกกรีดได้มาก

มีการใช้ส่วนผสมของดินเหนียวคลุกกับมูลวัวทาเปลือกยางพารา เพื่อเร่งผลผลิตน้ำยางให้มีการสร้างเปลือกใหม่ให้เร็วและมีคุณภาพดีขึ้น ต่อมาได้มีการใช้น้ำมันพืชกับมูลวัวทาบนเปลือกกรีด ซึ่งทำให้ผลดีในระดับหนึ่งเพราะส่วนผสมดังกล่าวมีฮอโมนพืชอยู่ด้วยต่อมาในประเทศมาเลเซียได้ทดลองใช้สาร 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) ละลายในน้ำมันปาล์มดิบทาต้นยางพาราในประเทศ

มาเลเซีย (Chapman, 1951) และได้มีการค้นคว้ามาเรื่อยๆ จนกระทั่งปี ค.ศ.1968 ได้มีผู้รายงานถึงการ ใช้สาร 2-chloroethyl phosphonic acid หรือ ethephon (ethrel) โดยที่สารนี้จะช่วยกระตุ้นให้น้ำ ยางไหลได้นาน ทำให้ผลผลิตยางพารามากขึ้น สาร ethrel นี้ไม่มีผลเสียต่อเปลือกที่งอกใหม่ จึงทำได้ทั้ง เหนือและล่างรอยกรีด ในช่วงต้นมีปัญหาของ ethrel เป็นการค้ำออกมา ส่วนสารอื่นที่เคยใช้ก็เสื่อมความ นิยม งานวิจัยในระยะหลังจึงมุ่งไปที่สารตัวนี้ เช่น วิธิตา พันธุ์ยางพารา ความเข้มข้น ความถี่ของการทา ตลอดจนผลของระบบกรีดยาง อย่างไรก็ตามงานทดลองจนถึงขณะนี้ยังไม่ปรากฏว่าสารใดมีคุณภาพดีกว่า ethrel เลย (Webster and Baukwill, 1989; อ้างโดย นพรัตน์, 2540)

พิชิต (2536) จากการศึกษาพบว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางร่วมกับการกรีดสามารถให้ผลผลิตสูง กว่าการกรีดโดยไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง แต่หากใช้สารเคมีในช่วงพัฒนาการทางลำต้นไม่เหมาะสมอาจ ส่งผลต่อปริมาณเนื้อยางแห้งได้ (DRC) นอกจากนี้ พิชิต และคณะ (2542) พบว่าการใช้ระบบกรีดร่วมกับ สารเคมีเร่งน้ำยาง จำเป็นต้องใช้ระบบกรีดที่มีวันเว้นวันโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพียง 4-6 ครั้ง/ปี ก็สามารถ เพิ่มผลผลิตได้ 33.89-38.61 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด เพิ่มขึ้นร้อยละ 29-44 ของการกรีดปกติ (S/2 d2) พันธ์ และ สมยศ (2546) ได้ทดลองเปรียบเทียบการกรีด 5 กรรมวิธี คือ กรีดครั้งลำต้นวันเว้นวัน, กรีดครั้งลำ ต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5%, กรีดครั้งลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำ ยาง 2.5% พร้อมพลาสติกคลุมกันฝน, ใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันและระบบเจาะวันเว้นสัปดาห์ร่วมกับการ ใช้แก๊สเร่งน้ำยาง (เอทิลีน 68%) ผลการทดลองพบว่าการใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 8.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาเป็นผลผลิตจากการใช้ระบบเจาะวันเว้นสัปดาห์ 7.7 กิโลกรัม/ต้น/ปี เพิ่มขึ้น เป็น 224 และ 200% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดครั้งลำต้นวันเว้นวัน รายได้สุทธิเพิ่มขึ้น เป็น 132 และ 125 บาท/ต้น/ปี หรือ ประมาณ 172 และ 163% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับรายได้ จากระบบกรีดครั้งลำต้นวันเว้นวัน

ปกติผลผลิตของน้ำยางจะขึ้นอยู่กับกาไหลและการหยุดไหลของน้ำยาง (latex flow) ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความดันภายในท่ออาหาร และท่อน้ำยาง (Buttery and Boatman, 1966; อ้างโดย พิศมัย, 2544) และการสร้างน้ำยางภายหลังการกรีด (latex regeneration) ซึ่งเซลล์ในท่อน้ำยางมีการสร้างน้ำยางขึ้น ใหม่ โดยมีปัจจัยควบคุมกระบวนการนี้คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครส ขบวนการเมตาบอลิซึม และพลังงานที่ ใช้ในการสร้างน้ำยาง (Chrestin *et al.*, 1997)

Gohet and Chantuma (1999) ศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครสที่มีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิ ซึมของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 พบว่า มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง และมีกระบวนการ ทางเมตาบอลิซึมค่อนข้างสูง จึงสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นอีกได้หากใช้ระบบการกรีดที่เหมาะสม

ผลของระบบกรีดต่อ Latex Physiology และการเจริญเติบโตของต้น ระบบกรีดยางที่เหมาะสม ต้องมีระยะเวลาในระหว่างครั้งกรีดนานเพียงพอสำหรับการสร้างน้ำยางขึ้นใหม่ และพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์ก็ มีศักยภาพในการสังเคราะห์น้ำยางได้สมบูรณ์แตกต่างกัน การวิเคราะห์น้ำยางเป็นวิธีการหนึ่งที่ตรวจสอบ ได้ว่า ระบบกรีดที่ใช้อยู่นั้นเหมาะสมหรือไม่และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบท่อน้ำยาง อย่างไร ซึ่ง ผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำยางจะมีค่าวิกฤติของตัวแปรแต่ละตัว สำหรับพารามิเตอร์ที่แสดงถึงปริมาณ

ผลผลิตน้ำยางที่สมบูรณ์ คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content; TSC) ปริมาณซูโครส (Sucrose content) ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Inorganic phosphorus; Pi) และปริมาณไธออล (Thiol) (Jacob *et al.*, 1988)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณเนื้อยางแห้ง แสดงถึงความสามารถในการสร้างน้ำยางและบทบาททางสรีรวิทยาโดยทั่วไปของท่อน้ำยาง ความหนืดของน้ำยางซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำยาง ยางพันธุ์ที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งสูงจะมีความหนืดสูง นภาวรรณ และคณะ (2544) กล่าวว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดของยางพาราแต่ละพันธุ์มีค่าแตกต่างกันในแต่ละเดือน มีความสัมพันธ์ทางลบในฤดูฝน และเดือนเมษายนมีค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด 50.8 เปอร์เซ็นต์ทุกวิธีการกรีดยางพารามีปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือเนื้อยางแห้งเฉลี่ย 37.6 - 45.2 เปอร์เซ็นต์ (พิศมัย และคณะ, 2546) พเยาว์ และคณะ (2542) ศึกษาอาการเปลือกแห้งในยางพาราพบว่า ต้นยางที่แสดงอาการเปลือกแห้ง 1 - 60 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวรอยกรีด มีค่าเนื้อยางแห้งต่ำกว่าต้นปกติ แต่เมื่อต้นยางแสดงอาการหน้าแห้งรุนแรง 61 - 100 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวรอยกรีดกลับพบว่ามีค่าเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงขึ้น น้ำยางมีความหนืดสูงท่อน้ำยางอุดตันง่าย น้ำยางหยุดไหลอย่างรวดเร็ว

น้ำตาลซูโครส ซูโครสเป็นสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วถูกลำเลียงมายังท่อน้ำยางเพื่อเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ ไกลโคไลซิส และกระบวนการสร้างอนุภาคยาง ดังนั้น ปริมาณซูโครสจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงและประสิทธิภาพในการนำซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง ปริมาณซูโครสในน้ำยางมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและลบกับผลผลิตน้ำยาง (Jacob *et al.*, 1997) น้ำตาลซูโครสเป็นพารามิเตอร์ในการกำหนดระบบกรีดยาง โดยเมื่อความถี่ในการกรีดยางสูงมักมีค่าน้ำตาลซูโครสต่ำ ระบบกรีดยางที่มีความถี่ต่ำมีน้ำน้ำตาลซูโครสสูง และระบบกรีดยางที่เหมาะสมน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง

อนินทรีย์ฟอสฟอรัส เป็นตัวแปรที่บ่งชี้ถึงระดับกิจกรรมการสร้างน้ำยางที่เกิดขึ้นภายในต้นยาง โดย Pi เป็นพลังงานที่ได้จากกระบวนการเปลี่ยน adenosine diphosphate (ADP) ไปเป็น adenosine triphosphate (ATP) และการเปลี่ยน NADP ไปเป็น NADPH ในกระบวนการสร้างน้ำยาง และการต่อกันของสาย polyisoprene (Jacob *et al.*, 1989) ดังนั้น Pi มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตน้ำยาง

รีดิวส์ไธออล เป็นสารต้านอนุมูลอิสระน้ำยางประกอบด้วย cysteine methionine และ glutathione ช่วยป้องกันหรือลดการเป็นพิษของออกซิเจน (oxidative stress) ซึ่งเมื่อออกซิเจนทำปฏิกิริยากับน้ำยาง จะทำให้เกิดการอุดตันของน้ำยางภายในท่อน้ำยางมีผลทำให้น้ำยางหยุดไหล การมีปริมาณไธออลในน้ำยางสูงจึงเป็นผลดีทำให้น้ำยางไหลง่ายและนานผลผลิตน้ำยางที่ได้จึงสูง นอกจากนี้ ไธออลยังเป็นตัวชี้วัดระดับความต้านทานของระบบท่อน้ำยางต่อความเครียดต่าง ๆ ต้นยางที่เกิดสภาวะเครียดจะมีการสร้าง Active oxygen species; AOS เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีไธออลเพิ่มขึ้นเพื่อลดความเป็นพิษไม่ให้เซลล์ถูกทำลายแต่หากต้นยางเกิดภาวะเครียดอย่างรุนแรงสร้างไธออลไม่เพียงพอก็จะเกิดอาการหน้าแห้งขึ้น (พเยาว์ และคณะ, 2542) ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์เป็นช่วงที่น้ำยางมีไธออลสูงกว่า

ค่าเฉลี่ยและลดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในเดือนมีนาคม ถึง ตุลาคม (นภาพรรณ และคณะ, 2544) และมีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ invertase และ pyruvate kinase ในกระบวนการสร้างน้ำยาง (Jacob *et al.*, 1989)

การนำตัวแปรทั้ง 4 ตัวมาใช้อธิบายร่วมกันทำให้ทราบถึงสถานะของกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยางและการป้องกันเซลล์ ช่วยอธิบายบทบาททางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยในยางแต่ละพันธุ์มีค่าวิกฤติของตัวแปรแต่ละตัวแตกต่างกัน นำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดระบบกรีตที่เหมาะสมกับพันธุ์ยาง ค่า LD (latex diagnosis) ใช้ในการอธิบายผลเกี่ยวกับความถี่ในการกรีตต่ำ (under-exploitation) แสดงว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส (สารตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง) ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตแสดงออกไม่เต็มที่เนื่องจากใช้ความถี่ในการกรีตต่ำ เซลล์มีน้ำตาลซูโครสสะสมอยู่ในน้ำยางสูง กระบวนการเมแทบอลิซึมต่ำ ปริมาณเนื้อยางแห้งและไรออลอยู่ในระดับต่ำปานกลาง หรือ สูง แต่โดยทั่วไปจะสูง และความถี่ในการกรีตสูง (over-exploitation) อธิบายในทางตรงกันข้าม คือความพยายามที่จะให้ได้ผลผลิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง มีการใช้น้ำตาลซูโครสมากจึงทำให้มีน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำ ขบวนการเมแทบอลิซึมสูง ค่า Pi สูง แต่บางครั้ง Pi อาจลดต่ำลง ในกรณีที่มีการกรีตอย่างหักโหมมาก ๆ ไรออลและปริมาณเนื้อยางแห้งมีค่าต่ำ การที่ไรออลต่ำ ทำให้เกิดออกซิเดชันที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ท่อน้ำยาง ได้แก่ active oxygen species ถูกปลดปล่อยออกมามาก เนื่องจากกระบวนการเมแทบอลิซึมสูง ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมีผลต่อการสร้างน้ำยางลดลง

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบระบบการใช้แก๊สเอทธิลีน เอทธิฟอน และวิธีกรีดปกติ

ทำการทดลองที่สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM600 ยางพารา อายุ 12 ปี ใช้ระยะเท่ากัน (3×7 เมตร) ปลูกลงในดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5 (โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ, 2543) โดยทดลองเกี่ยวกับ RRIMFLOW, LET, Double Tex และEthephon ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำยาง สรีรวิทยาของน้ำยาง และคุณภาพเนื้อไม้

วิธีทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ One tree plot design จำนวน 5 สิ่งทดลอง (Treatment) ซ้ำละ 1 ต้น จำนวน 20 ซ้ำ

วิธีทดลองมี 5 วิธี

Treatment 1: S/3 d1 2d/3

Treatment 2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)

Treatment 3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)

Treatment 4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y(9d)

Treatment 5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)

วิธีการกรีด

- การกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน ซึ่งเป็นวิธีการกรีดปกติ

- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวันใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนความเข้มข้น 2.5% วิธีการคือ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทาเหนือรอยกรีดโดยไม่ต้องขูดเปลือกออก ใช้แปรงจุ่มสารเคมีเร่งน้ำยางแล้วทาเหนือรอยกรีดปริมาตรสาร 1 กรัม ความกว้างของรอยทาสารเคมีประมาณ 2 เซนติเมตร ทาเดือนละ 1 ครั้ง

- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทธิลีน 60% ชนิดอุปกรณ์ LET ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ให้ 6 วันต่อครั้ง จำนวน 48 ครั้งต่อปี จะใช้ฝาคกรอบเหล็ก เป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านฮอร์โมนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกด้วยขอบของฝาคกรอบเองประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาคกรอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทธิลีน 99% ชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปีจะใช้ฝาคกรอบพลาสติก เป็นตัวเก็บฮอร์โมน โดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกจนเรียบดีแล้วด้วยกาว 2 หน้าชนิดพิเศษที่ติดมาบริเวณฝาคกรอบ ตำแหน่งที่ติดฝาคกรอบพลาสติกจะเป็นด้านขวาเหนือรอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน 99% ชนิดอุปกรณ์ Double Tex ปริมาณ 60 มิลลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปี จะใช้หัวปล่อยฮอร์โมนเป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านฮอร์โมนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ชุดเปลือกยางแล้ว หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

โดยบันทึกสภาพอากาศแต่ละวัน เพื่อเฉลี่ยหรือรวมเป็นรายเดือน โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาของสถานที่ใกล้เคียงกับบริเวณทดลองคือ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ค่าปริมาณน้ำฝนและค่าการระเหยของน้ำ

ตารางการกรีดยาง

Treatment 1 ; S/3 d1 2d/3		TAPPING SEQUENCE													
TAPPING FREQUENCY		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Standard	2d/3	T	T		T	T		T	T		T	T		T	T

Treatment 2 ; S/6 d3 ET 2.5% Pa1(2) 12/y (m)		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
TAPPING FREQUENCY															
Standard	d3+ET	T			T			T			T			T	

Treatment 3 ; S/6 d3 ETG 60% LET -40- 48/y(6d)		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
TAPPING FREQUENCY															
Standard	d3+LET	T			T			T			T			T	

Treatment 4 ; S/6 d3 ETG 99% RRIMFLOW -60- 36/y(9d)		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
TAPPING FREQUENCY															
Standard	d3+RM	T			T			T			T			T	

Treatment 5 ; S/6 d3 ETG 99% Double Tex -60- 36/y(9d)		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
TAPPING FREQUENCY															
Standard	d3+DT	T			T			T			T			T	

อุปกรณ์ในการติดตั้ง



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ในการติดตั้ง RRIMFLOW



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ในการติดตั้ง LET-I



ภาพที่ 3 อุปกรณ์ในการติดตั้ง Double Tex



ภาพที่ 4 สารเคมีเร่งน้ำยาง Ethephon

1.1) ศึกษาวิธีการและผลผลิตน้ำยาง

เปรียบเทียบปริมาณน้ำยางที่ได้ในแต่ละวิธีการทดลอง

- บันทึกผลผลิตยางจากน้ำหนักรีดยางก้อน (พิศมัย และคณะ, 2546) เก็บเป็นยางก้อนทุกครั้ง กรีด โดยเก็บผลผลิตต้นต่อต้น ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ น้ำยางก้อนไปผึ่งแห้งในร่ม ใช้เวลาประมาณ 15-20 วัน และนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักยางก้อน

1. กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด = (น้ำหนักยางก้อน/จำนวนก้อน)

2. กิโลกรัมต่อต้นต่อปี = ผลรวมของยางก้อนทุกเดือนที่กรีดยางในรอบปี (พฤษภาคม-เมษายน) ของยางแต่ละต้น

3. กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี =
$$\frac{\text{ผลผลิต (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด)} \times \text{จำนวนวันกรีด} \times \text{จำนวนต้น/ไร่}}{1000}$$

4. กิโลกรัมต่อคนกรีดต่อวัน = ผลผลิตเฉลี่ย (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) × จำนวนต้นกรีด/วัน

- บันทึกข้อมูลทุก ๆ 3 เดือน เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของต้นยาง ได้แก่ เส้นรอบวงลำต้น และความชื้นเปลือกเปลือก

1.2) ศึกษาสรีรวิทยาของน้ำยางและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ทำการทดลอง ดังนี้คือ ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหย ค่าอุณหภูมิสูงสุด ค่าอุณหภูมิต่ำสุด วิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางโดยวิเคราะห์น้ำยาง (Gohet and Chantuma, 1999) ได้แก่ ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) ปริมาณน้ำตาลซูโครส ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไฮดรอล

การวิเคราะห์น้ำยาง

ก่อนการวิเคราะห์น้ำยางจะทำ Standard curve ของพารามิเตอร์แต่ละตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (K) ของสารละลาย โดยกำหนดยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจากการทำ Standard curve ดังนี้

$$K_{\text{Suctปกติ}} = 1.90 - 2.00$$

$$K_{\text{Suctต่ำ}} = \text{ใกล้เคียง } 0.9$$

$$K_{\text{Suctสูง}} = \text{ใกล้เคียง } 4.0$$

$$K_{\text{Pi}} = 4.00 - 4.20$$

$$K_{\text{R-SH}} = 0.12 - 0.14$$

การเก็บตัวอย่างน้ำยาง เตรียมสารละลายในการเก็บน้ำยางเพื่อป้องกันการจับตัวของน้ำยาง ในที่นี้คือ 0.01%EDTA + น้ำกลั่น ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวที่ทราบน้ำหนัก หลอดละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลอดเปล่า + น้ำหนักน้ำกลั่น ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแบบ 1 ต้นต่อหนึ่งตัวอย่าง ในช่วงเช้าตรู่ (ประมาณ 6.00 นาฬิกา หรือ ก่อนการกรีดยาง 1 วัน) โดยใช้แท่งเหล็กเจาะเปลือกยางเข้าไปจนถึงชั้นเนื้อไม้บริเวณใต้รอยกรีด 5 เซนติเมตร แท่งหลอดช่วยลำเลียงน้ำยาง ทั้งน้ำยาง 2 หยดแรกออกและเก็บน้ำยาง 10 หยดต่อมาใส่หลอดทดลองที่มี 0.01%EDTA + น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักสดของน้ำยาง เติม 20%TCA หลอดละ 0.715 มิลลิลิตร เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน หลังจากนั้นนำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งทำการวิเคราะห์น้ำยาง (เก็บไว้ได้ 48 ชั่วโมง)

เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ นำหลอดตัวอย่างมาเข้ากับ Vortex ส่วนของก้อนยางนำไปหาปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารละลายใส่นำไปหาปริมาณน้ำตาลซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไฮดรอล ดังนี้

1.2.1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณเนื้อยางแห้ง ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเก็บน้ำยาง 10 หยด/ต้น (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์

องค์ประกอบทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด เติม 0.01%EDTA + น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ในหลอด (Wl) นำหลอดไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (Wo) โดยปกติ $Wo = We + Wl$ มาตรฐานของ CRRC การเก็บน้ำยาง 10 หยด/หลอด ค่า $Wl = 5$ กรัม ค่า Wo จะใกล้เคียง $We + 5$ เมื่อเก็บน้ำยางใส่หลอดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (Wlf) โดย $Wlf = Wl - Wo$ หลังจากนั้นให้น้ำยางตกตะกอนด้วย 20%TCA นำส่วนที่เป็นเนื้อยางมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง น้ำยางแห้งที่ผ่านการอบมาชั่งน้ำหนักแต่ละก้อน (Wr) คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้ง ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC)} = (Wr / Wlf) \times 100$$

1.2.2) การวิเคราะห์หาปริมาณซูโครส ปริมาณน้ำตาลซูโครส หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของซูโครสโดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูงๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า Furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ Anthrone โดยน้ำตาลฟรุคโตสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส ส่วนน้ำตาลกลูโคสต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะเข้าทำปฏิกิริยา

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิดแต่ละหลอด เติม TCA เข้มข้น 2.5%ปริมาตร 400 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารตัวอย่าง (น้ำยางใส) 100 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่าด้วย Vortex อุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปแช่ในอ่างน้ำเพื่อให้สารละลายเย็น วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ต่ำกว่า 0.2 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็น 2.5%TCA 250 ไมโครลิตร สารตัวอย่าง 250 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็น 2.5%TCA 450 ไมโครลิตร สารตัวอย่าง 50 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

คำนวณความเข้มข้นของซูโครสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/L) ตามสูตร

[Suc] mM	=	$OD \times K \times [(Fw + W1 + W2) / Fw]$
เมื่อ K	=	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของน้ำตาลซูโครสจาก Standard curve
Fw	=	น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม
W1	=	น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)
W2	=	น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

1.2.3) การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของอินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ จะสร้างพันธะกับ Molybdate และ Vanadate เกิดเป็นสารประกอบซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม TCA เข้มข้น 2.5% มิลลิลิตร สารตัวอย่าง 500 ไมโครลิตร และ Pi (IN) Reactive 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ Vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

คำนวณความเข้มข้นของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/L) ตามสูตร

$$[Pi] \text{ mM} = OD \times K \times [(Fw + W1 + W2) / Fw]$$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอินทรีย์ฟอสฟอรัสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

1.2.4) การวิเคราะห์หาปริมาณไฮดรอล ปริมาณไฮดรอล หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของไฮดรอลจะทำปฏิกิริยากับ DTNB เกิดเป็นสารประกอบ TNB ซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม 0.5 โมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารตัวอย่าง 1.5 มิลลิลิตร DTNB 50 ไมโครลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ Vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของไฮดรอลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร ตามสูตร

$$[R-SH] \text{ mM} = OD \times K \times [(Fw + W1 + W2) / Fw]$$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไฮดรอลจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.71 กรัม)

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบผลผลิตโดยวิธีการกรีดปกติ การกรีดและการเจาะโดยใช้แก๊สเอทิลีน

ทำการทดลองที่สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. เทพา จ.สงขลา ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM600 ยางพารา อายุ 12 ปี (เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1) แต่เปรียบระหว่างการใช้ RRIMFLOW โดยวิธีการกรีดและการเจาะเปรียบเทียบกับวิธีการกรีดปกติ

วิธีทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ One tree plot design จำนวน 3 สิ่งทดลอง (Treatment) ซ้ำละ 1 ต้น จำนวน 20 ซ้ำ

วิธีทดลองมี 3 วิธี

Treatment 1: S/3 d1 2d/3

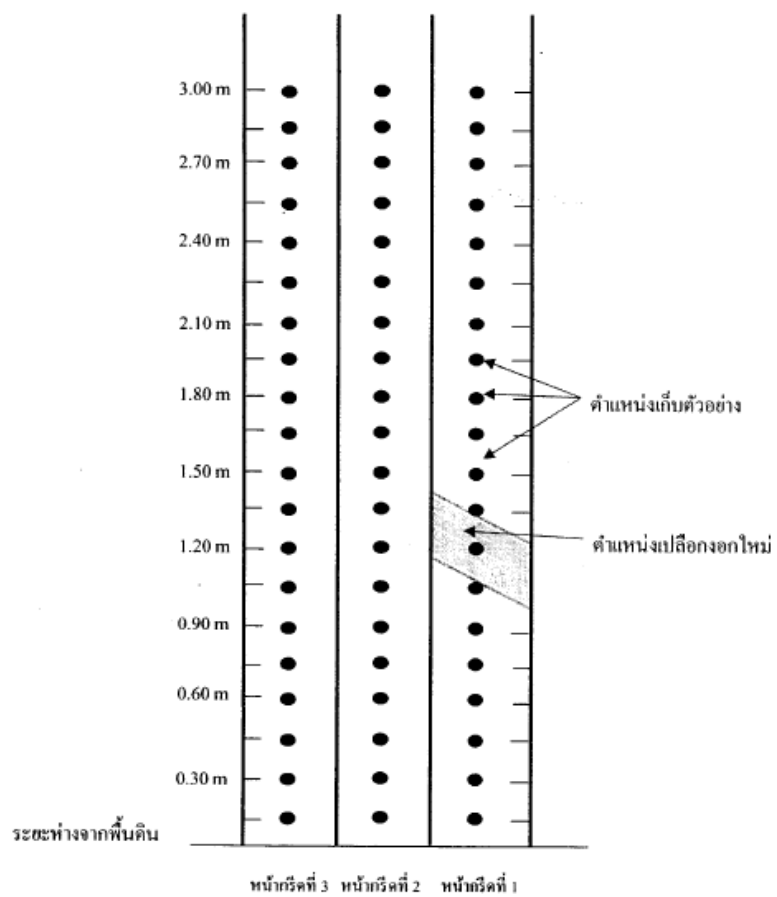
Treatment 2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)

Treatment 3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)

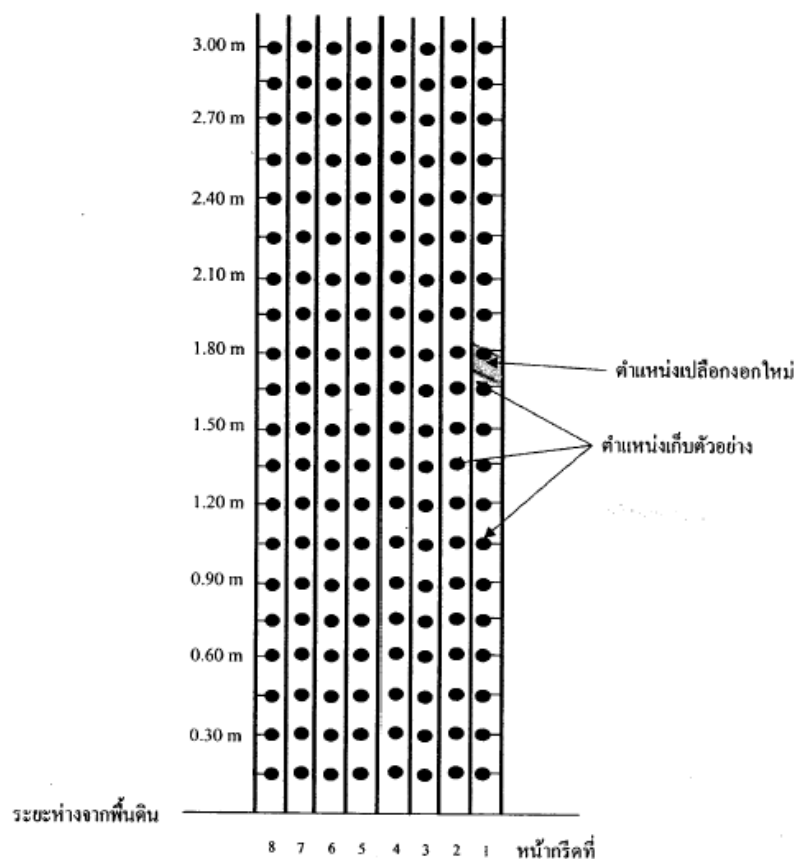
วิธีการกรีด

- การกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน ซึ่งเป็นวิธีการกรีดปกติ
- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน 99% ชนิดอุปกรณ์ Double Tex ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปี จะใช้หัวปล่อยฮอร์โมนเป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านฮอร์โมนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกยางแล้ว หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด
- การกรีดโดยวิธีการเจาะ วันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน 99% ชนิดอุปกรณ์ Double Tex ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปี จะใช้หัวปล่อยฮอร์โมนเป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านฮอร์โมนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกยางแล้ว หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

มีการเก็บผลผลิตน้ำยางและสรีระวิทยาน้ำยางเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่ในการทดลองนี้จะมีการศึกษา latex mapping โดยในแต่ละวิธีจะมีการเลือกต้นยาง 4 ต้น ที่มีผลผลิตและขนาดเส้นรอบลำต้นใกล้เคียงกัน ทำแผนที่ต้นยางเพื่อสุมเก็บตัวอย่างน้ำยาง โดยลากเส้นแบ่งแนวระดับขนานกับรอยกรีดยาง มีเส้นแบ่งแนวระดับทั้งบริเวณเหนือรอยกรีดและใต้รอยกรีด หน้ากรีดที่ 1 หน้ากรีดที่ 2 และหน้ากรีดที่ 3 เส้นแบ่งแนวระดับอยู่ห่างกัน 15 เซนติเมตร (Chantuma *et al.*, 2006) ตั้งแต่โคนต้นยางจนถึงระดับ 3 เมตร จากพื้นดิน แต่ละระดับของเส้นแบ่งเก็บตัวอย่างน้ำยางตรงกึ่งกลางของหน้ากรีด (ภาพที่ 5) สำหรับระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน และ (ภาพที่ 6) สำหรับระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน



ภาพที่ 5 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ทั้งหมด 60 จุดต่อต้น



ภาพที่ 6 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ทั้งหมด 80 จุดต่อต้น

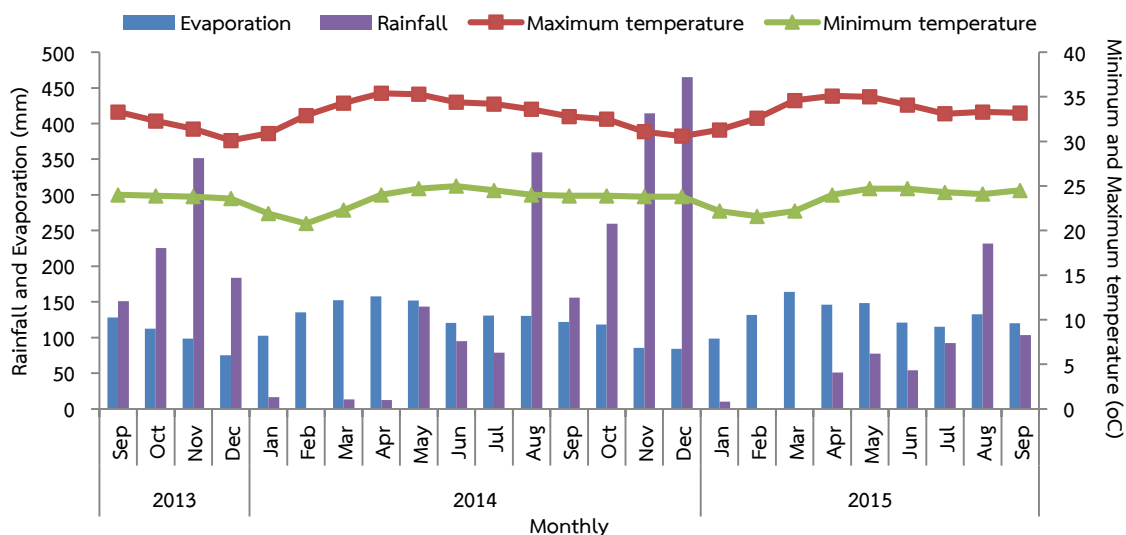
นอกจากนี้มีการวัดการเจริญเติบโตของลำต้นครั้งแรกในช่วงก่อนการเปิดกริดที่ระดับความสูง 170 เซนติเมตร จากพื้นดิน และหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเส้นรอบวงลำต้นของต้นยางพารา คัดเลือกต้นยางพารา จำนวน 4 ต้นต่อสิ่งทดลอง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของสิ่งทดลอง และวัดอีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลำต้นระหว่างสิ่งทดลองจากการวิเคราะห์ทางสถิติ

ในระหว่างการทดลองมีการเก็บข้อมูลทางสภาพภูมิอากาศในแต่ละเดือนเพื่อนำมาเชื่อมโยงในแต่ละระบบกริด โดยการประเมินผลจากจำนวนวันกริดที่มีผลต่อผลผลิตของแต่ละระบบกริดที่ได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของภูมิอากาศ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างระบบการใช้แก๊สเอทริลีน เอทริฟอน และวิธีกรีดปกติ สภาพอากาศ

ปริมาณน้ำฝนในช่วงระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือนกันยายน 2556 ถึงเดือนกันยายน 2558 พบว่า มีปริมาณน้ำฝนสะสมมากในช่วงปลายปี ขณะที่วัดปริมาณน้ำฝนสูงสุดได้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2556 (351.7 มม.) เดือนธันวาคม 2557 (465.1 มม.) และเดือนสิงหาคม 2558 (231.8 มม.) การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนส่งผลต่อการลดลงของปริมาณผลผลิตยางพารา เนื่องจากจำนวนวันกรีดยางพาราลดลง สอดคล้องกับ Raj และคณะ (2011) รายงานว่า ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และช่วงแสงในแต่ละวัน มีผลกระทบต่อพัฒนาการทางด้านสรีรวิทยาและศักยภาพการให้ผลผลิตของยางพารา นอกจากนี้พบว่า เริ่มมีปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงฤดูแล้งซึ่งส่งผลกระทบต่อกรร้งและการแตกใบใหม่ของยางพารา สำหรับค่าการคายระเหยน้ำ พบว่า มีความผกผันกับค่าปริมาณน้ำฝน ในขณะที่ค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ในช่วงระหว่างการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันและมีความแปรผันในแต่ละฤดูกาล (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ของเดือนกันยายน 2556 - 2558

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต, กิโลกรัมต่อตัน)

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีตแบบ T5 ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราต่อครั้งกรีตสูงสุด คือ 129 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต ขณะที่การใช้ระบบกรีตแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราต่อครั้งกรีตต่ำสุด คือ 82.5 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนแต่ละชนิดอุปกรณ์ (T3, T4 และ T5) ให้ปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีตสูงกว่าการใช้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิพอน (T2) และระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีตแบบ T1 และ T2 ให้ปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

สำหรับปริมาณผลผลิตยางเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อตัน) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีตแบบ T5 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมสูงสุดคือ 5.8 กิโลกรัมต่อตัน การใช้ระบบกรีตแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมต่ำสุดคือ 3.7 กิโลกรัมต่อตัน อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนแต่ละชนิดอุปกรณ์ (T4 และ T5) ให้ปริมาณผลผลิตสะสมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) (ตารางที่ 2)

ผลผลิตยางพาราของระบบกรีตยังรวมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนให้ผลผลิตยางพาราสูงกว่าการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ เนื่องจากการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนร่วมกับระบบกรีตยางพาราสามารถเพิ่มผลผลิตต่อครั้งกรีตได้มากขึ้น 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรีดแบบไม่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสะสมเพิ่มขึ้นและเป็นการเพิ่มแหล่งพลังงานคาร์บอนเพื่อใช้ในการสร้างน้ำยาง (Yeang, 2005; Zhu and Zhang, 2009) นอกจากนี้ Sainoi และ Sdoodee (2012) ได้ศึกษาการใช้แก๊สเอทธิลีนในยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว พบว่า ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนสามารถเพิ่มผลผลิตยางพาราต่อครั้งกรีตได้เพื่อชดเชยจำนวนวันกรีดยางที่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสะสมเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของผลผลิตยางพาราที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนจะมีการตอบสนองในพันธุ์ยางพาราที่มีค่าปริมาณซูโครสสูงและมีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำ (Lacote *et al.*, 2010) ยางพาราพันธุ์ RRIM600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตปานกลาง ดังนั้นเมื่อใช้สารเร่งน้ำยางมากกระตุ้นเพื่อเพิ่มผลผลิต ทำให้ค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นในระดับปานกลางจนถึงค่อนข้างสูง นอกจากนี้ การชำรุดของตัวอุปกรณ์อัดแก๊สเอทธิลีนหลังจากการติดตั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแก๊สเอทธิลีนส่งผลให้ผลผลิตยางพาราภายใต้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด)
T1: S/3 d1 2d/3	88.1 ^c
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	82.5 ^c
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	102.6 ^b
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	125.2 ^a
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	129.0 ^a
F-Test	**
C.V. (%)	17.91

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น)
T1: S/3 d1 2d/3	5.3 ^a
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	3.7 ^c
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	4.6 ^b
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	5.6 ^a
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	5.8 ^a
F-Test	**
C.V. (%)	18.10

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณเนื้อมะพร้าวแห้งเฉลี่ย

การใช้ระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง มีปริมาณเนื้อมะพร้าวแห้งเฉลี่ยสูงกว่า 50 % และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ พบว่า ระบบกรีตที่ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีตสูงไม่มีผลกระทบต่อ การลดลงของปริมาณเนื้อมะพร้าวแห้ง (ตารางที่ 3) ขณะที่ Hock และ Sivakumaran (2003), Leconte และคณะ (2006) รายงานว่าปริมาณเนื้อมะพร้าวแห้งจากการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนจะมีค่าต่ำกว่าระบบกรีตที่ไม่ได้รับการกระตุ้น เนื่องจากในช่วงระหว่างการทดลองมีปริมาณฝนตกมากและอุปกรณ์การกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนเกิดความชำรุดตามอายุการใช้งาน จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นที่ใช้แก๊สและทำให้มีประสิทธิผลลดลง

ตารางที่ 3 ปริมาณเนื้อมะพร้าวแห้งเฉลี่ย (%) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ปริมาณเนื้อมะพร้าวแห้ง (%)
T1: S/3 d1 2d/3	51.48
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	51.11
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	50.96
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	50.68
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	51.85
F-Test	ns
C.V. (%)	5.12

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณซูโครส

การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครสของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีตแบบ T3 มีปริมาณซูโครสสูงสุด (11.77 มิลลิโมลต่อลิตร) การใช้ระบบกรีตแบบ T4 มีปริมาณซูโครสต่ำสุด (7 มิลลิโมลต่อลิตร) สำหรับการใช้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทิลีนและแก๊สเอทิลีน มีปริมาณซูโครสต่ำกว่าการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ ยกเว้นการใช้ระบบกรีตแบบ T3 (ตารางที่ 4) น้ำตาลซูโครสจะมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิต เนื่องจากระบบกรีตที่ให้ผลผลิตน้ำยางพาราสูงต่อครั้งกรีต ต้นยางพาราจะมีการนำซูโครสมาใช้ในการสร้างน้ำยางเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นยางพารามีปริมาณซูโครสลดลงเมื่อเทียบกับระบบกรีตแบบปกติ (พิศมัย และคณะ, 2546)

ตารางที่ 4 ปริมาณซูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ปริมาณซูโครส (มิลลิโมล/ลิตร)
T1: S/3 d1 2d/3	11.60 ^a
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	9.01 ^b
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	11.77 ^a
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	7.00 ^c
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	7.96 ^{bc}
F-Test	**
C.V. (%)	8.95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

การใช้ระบบกรีด 5 สิ่งทดลองมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยาง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T5 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 11.30 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำสุด คือ 6.38 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิพอนและแก๊สเอทธิลีน มีผลให้ค่าเฉลี่ยปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ ยกเว้นการใช้ระบบกรีดแบบ T3 โดยสอดคล้องกับการค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครสที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นแสดงถึงประสิทธิภาพของการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนที่ลดลง (ตารางที่ 5) การเพิ่มขึ้นของค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเคมีเนื่องจากแก๊สเอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้กิจกรรมภายในเซลล์ท่อน้ำยางสูงขึ้นส่งผลให้ค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงขึ้น (Jacob and Prévot, 1989)

ตารางที่ 5 ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกริด 5 สิ่งทดลองตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ปริมาณอินทรีย์ ฟอสฟอรัส (มิลลิโมล/ลิตร)
T1: S/3 d1 2d/3	8.93 ^b
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	10.81 ^a
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	6.38 ^c
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	9.51 ^b
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	11.30 ^a
F-Test	**
C.V. (%)	9.82

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณไธออล

ปริมาณไธออลในน้ำยางมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีค่าเฉลี่ยปริมาณไธออลสูงสุด คือ 0.20 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิฟอนและแก๊สเอทธิลีนมีปริมาณไธออลต่ำกว่าการใช้ระบบกริดแบบที่เกษตรกรใช้ (ตารางที่ 6) การที่ปริมาณไธออลต่ำเพราะกิจกรรมภายในเซลล์ท่อน้ำยางมีค่าต่ำส่งผลให้โมเลกุลภายในเซลล์มีกิจกรรมที่ช้าลงเช่นกันซึ่งจะพบในระบบกริดที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเคมี ในทางกลับกันปริมาณไธออลที่มีค่าสูงซึ่งจะพบในระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเคมีเพราะมีกิจกรรมทางเมตาบอลิซึมที่ดีสามารถป้องกันสภาวะเครียดที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ท่อน้ำยางได้ อย่างไรก็ตาม ในสภาวะเครียดที่สูงขึ้นส่งผลต่อปฏิกิริยาภายในเซลล์ทำให้ปริมาณไธออลมีค่าลดลง (Jacob *et al.*, 1988) แสดงว่าระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิฟอนและแก๊สเอทธิลีนจากการทดลองมีผลต่อการลดลงของปริมาณไธออลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกริดปกติที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเคมี นำไปสู่การเกิดอาการหน้ายางแห้งได้เนื่องจากต้นยางได้รับความเครียดภายในท่อน้ำยางสูง

ตารางที่ 6 ปริมาณไฮดรอล (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกริด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

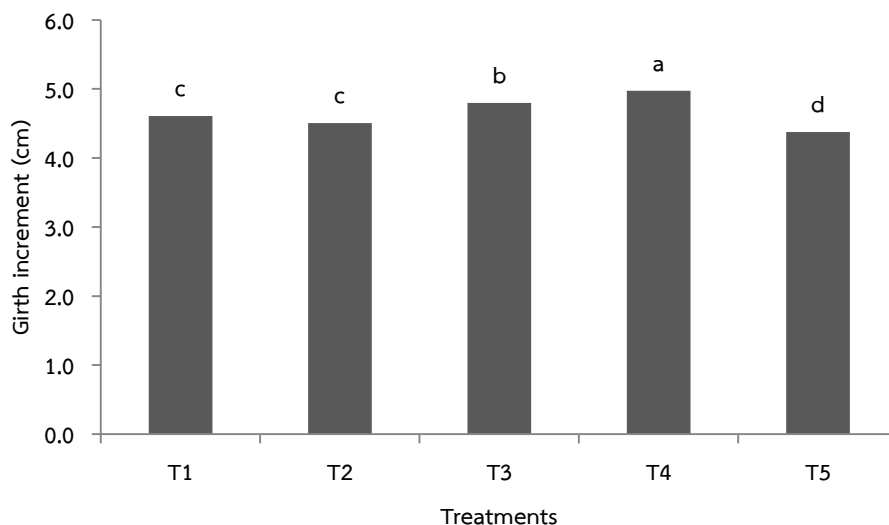
สิ่งทดลอง	ปริมาณไฮดรอล (มิลลิโมล/ลิตร)
T1: S/3 d1 2d/3	0.20 ^a
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	0.17 ^{ab}
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	0.16 ^b
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	0.16 ^b
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	0.17 ^{ab}
F-Test	*
C.V. (%)	12.42

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตทางลำต้นของระบบกริด 5 สิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกริดแบบ T4 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุด ขณะที่การใช้ระบบกริดแบบ T5 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำสุด การใช้ระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิฟอนมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้ระบบกริดที่เกษตรกรใช้ (ภาพที่ 8) ระบบกริดที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ Obouayeba และคณะ (2002) พบว่า การเจริญเติบโตทางลำต้นของยางพาราจะมีค่าลดลงในขณะที่ยางมีค่าเพิ่มขึ้น



T1: S/3 d1 2d/3

T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)

T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)

T4 : S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y(9d)

T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)

ภาพที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกริด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558 ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละบาร์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$ เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ความสิ้นเปลืองเปลือก

ค่าเฉลี่ยความสิ้นเปลืองเปลือกของการใช้ระบบกริด 5 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีความสิ้นเปลืองเปลือกสูงสุด คือ 7.7 เซนติเมตร การใช้ระบบกริดแบบ T2 มีความสิ้นเปลืองเปลือกต่ำสุดคือ 6.7 เซนติเมตร การใช้ระบบกริดที่มีความถี่ในการกริดลดลงส่งผลให้สูญเสียหน้ากริดน้อยกว่าการระบบกริดที่มีความถี่ในการกริดสูง อย่างไรก็ตาม จำนวนวันกริดที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากได้รับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาวะอากาศส่งผลให้การสูญเสียหน้ากริดไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม Rodrigo (2007) กล่าวว่า การสิ้นเปลืองเปลือกน้อยลงส่งผลดีต่อเกษตรกรเจ้าของสวนยาง เพราะสามารถเพิ่มช่วงอายุการกริดได้อย่างมากถึง 36 ปีก่อนการโค่นปลูกใหม่

ตารางที่ 7 ความสิ้นเปลืองเปลือก (เซนติเมตร) ของระบบกริด 5 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ความสิ้นเปลืองเปลือก (เซนติเมตร)
T1: S/3 d1 2d/3	7.7 ^a
T2: S/6 d3 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)	6.7 ^b
T3: S/6 d3 ETG60% LET -40- 48/y(6d)	6.9 ^b
T4: S/6 d3 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	7.0 ^{ab}
T5: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	7.2 ^{ab}
F-Test	**
C.V. (%)	11.73

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ผลการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบผลผลิตโดยวิธีการกริดปกติ การกริดและการเจาะโดยใช้แก๊สเอทิลีน ผลผลิตยางพารา (กรัมต่อต้นต่อครั้งกริด, กิโลกรัมต่อต้น)

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อครั้งกริดของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณผลผลิตต่อครั้งกริดสูงสุด คือ 177.5 กรัมต่อต้นต่อครั้งกริด การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีปริมาณผลผลิตต่อครั้งกริดต่ำสุด คือ 88.1 กรัมต่อต้นต่อครั้งกริด นอกจากนี้ การใช้ระบบเจาะ (T3) และระบบกริด (T2) ร่วมกับการใช้แก๊สเอทิลีน มีปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยสูงกว่าการใช้ระบบกริดที่เกษตรกรใช้ (ตารางที่ 8) อย่างไรก็ตาม การเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ให้ผลผลิตต่อครั้งกริดสูงกว่าการใช้ระบบกริดร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยสะสมในช่วงระหว่างการทดลองของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณผลผลิตสะสมสูงสุด คือ 9.2 กิโลกรัมต่อต้น การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีปริมาณผลผลิตสะสมต่ำสุด คือ 5.3 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 9) สำหรับการเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ให้ปริมาณผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกริดร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์

ผลผลิตยางพาราภายใต้ระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนมีค่าผลผลิตต่อครั้งกริดและผลผลิตสะสมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกริดแบบอื่นๆ แสดงให้เห็นว่า การนำระบบเก็บเกี่ยวน้ำยางดังกล่าวมาใช้ สามารถช่วยให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนทางด้านผลผลิตได้ดีขึ้น เนื่องจาก การใช้ระบบเจาะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทุกช่วงฤดูกาล เพราะเป็นการเก็บเกี่ยวแบบระบบปิดจึงได้รับผลกระทบจากเรื่องของฝนตกน้อยลง จากการศึกษาการใช้ระบบเจาะกับยางพาราพันธุ์ RRIM600 อายุ 7

ปี ของ พันธ์และสมยศ (2546) พบว่า การใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันให้ผลผลิตสูงสุด คือ 8.6 กิโลกรัม ต่อต้นต่อปี เพิ่มขึ้น 224 เปอเซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดแบบครึ่งลำต้นวันเว้นวัน

ตารางที่ 8 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด)
T1: S/3 d1 2d/3	88.1 ^c
T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	129.0 ^b
T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	177.5 ^a
F-Test	**
C.V. (%)	11.10

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น)
T1: S/3 d1 2d/3	5.3 ^c
T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	5.8 ^b
T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	9.2 ^a
F-Test	**
C.V. (%)	10.92

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย

ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยของระบบกรีด 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงสุด คือ 51.85 เปอเซ็นต์ การใช้ระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยต่ำสุด คือ 43.47 เปอเซ็นต์ สอดคล้องกับ พันธ์และสมยศ (2546) พบว่า การใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันมีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำสุด สำหรับการใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้น

ด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์มีปริมาณน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัดไม่แตกต่างกับการใช้ระบบกริดแบบที่เกษตรกรใช้ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด (%) ของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้อยกว่า (%)
T1: S/3 d1 2d/3	51.48 ^a
T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	51.85 ^a
T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	43.47 ^b
F-Test	**
C.V. (%)	5.43

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณซูโครส

การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณซูโครสในน้ำยางของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 11.60 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดแบบ T2 มีปริมาณซูโครสต่ำสุด คือ 7.96 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดและระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีปริมาณซูโครสต่ำกว่าการใช้ระบบกริดแบบที่เกษตรกรใช้ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณซูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกริด 3 สิ่งทดลองตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ปริมาณซูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร)
T1: S/3 d1 2d/3	11.60 ^a
T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	7.96 ^b
T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	8.67 ^b
F-Test	**
C.V. (%)	8.42

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 14.01 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำสุด คือ 8.95 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับการใช้ระบบกริดและระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าการใช้ระบบกริดแบบที่เกษตรกรใช้เนื่องจากแก๊สเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้กิจกรรมภายในเซลล์ท่อน้ำยางสูงขึ้นส่งผลให้ค่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงขึ้น (Jacob and Prévot, 1989) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

สิ่งทดลอง	ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร)
T1: S/3 d1 2d/3	8.93 ^c
T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	11.30 ^b
T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	14.01 ^a
F-Test	**
C.V. (%)	10.22

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ปริมาณไธออล

การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไธออลของระบบกริด 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกริดแบบ T1 มีปริมาณไธออลสูงสุด คือ 0.20 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณไธออลต่ำสุด คือ 0.12 มิลลิโมลต่อลิตร ในสภาวะเครียดที่สูงขึ้นส่งผลต่อปฏิกิริยาภายในเซลล์ทำให้ปริมาณไธออลมีค่าลดลง (Jacob *et al.*, 1988) (ตารางที่ 13) การใช้ระบบกริดร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีค่าปริมาณไธออลไม่แตกต่างทางสถิติกับระบบกริดที่เกษตรกรใช้

ตารางที่ 13 ปริมาณไฮออล (มิลลิโมลต่อลิตร) ของระบบกรีด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558

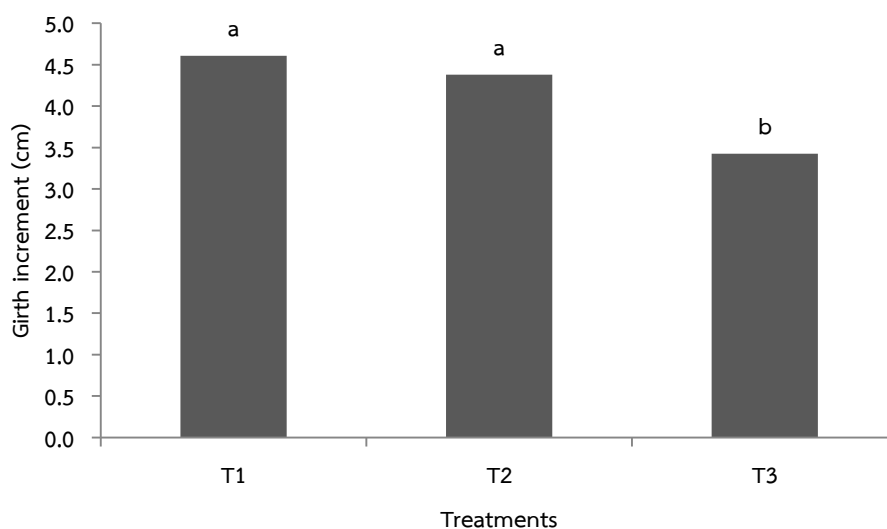
สิ่งทดลอง	ปริมาณไฮออล (มิลลิโมลต่อลิตร)
T1: S/3 d1 2d/3	0.20 ^a
T2: S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	0.17 ^a
T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)	0.12 ^b
F-Test	**
C.V. (%)	12.76

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

การเจริญเติบโตของลำต้น

การเจริญเติบโตของลำต้นยางพาราภายใต้การใช้ระบบกรีด 3 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีการเจริญเติบโตของลำต้นต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดแบบอื่นๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Obouayeba และคณะ (2002) พบว่า การเจริญเติบโตทางลำต้นของยางพาราจะมีค่าลดลงในขณะที่ผลผลิตยางมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 9)



T1: S/3 d1 2d/3

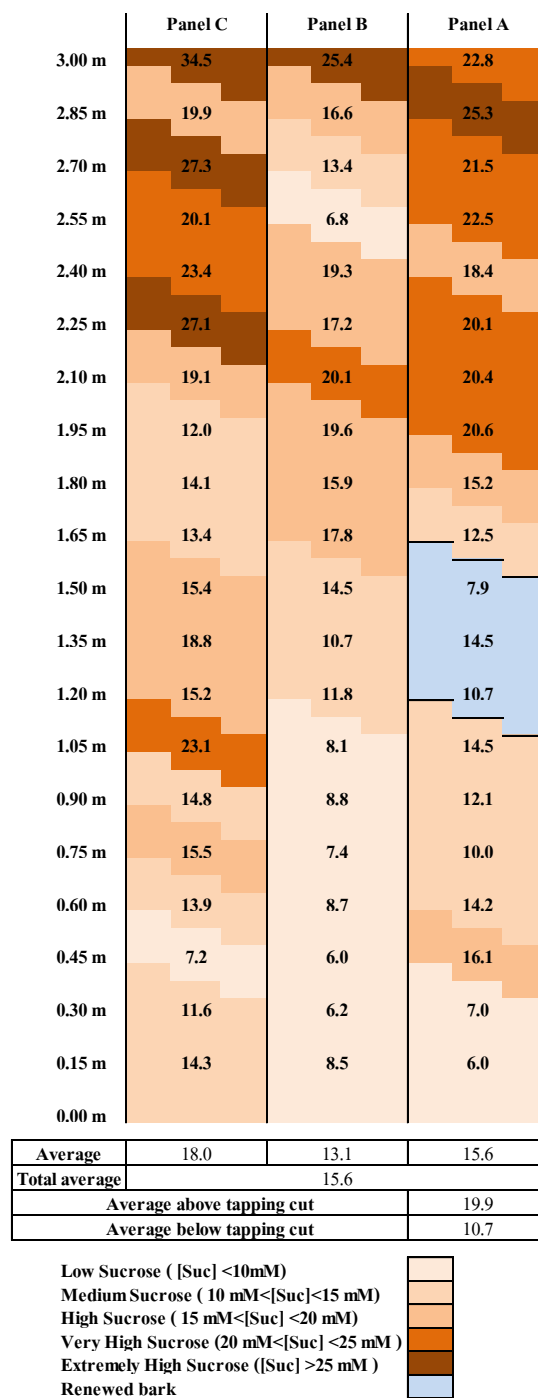
T2 : S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)

T3: Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)

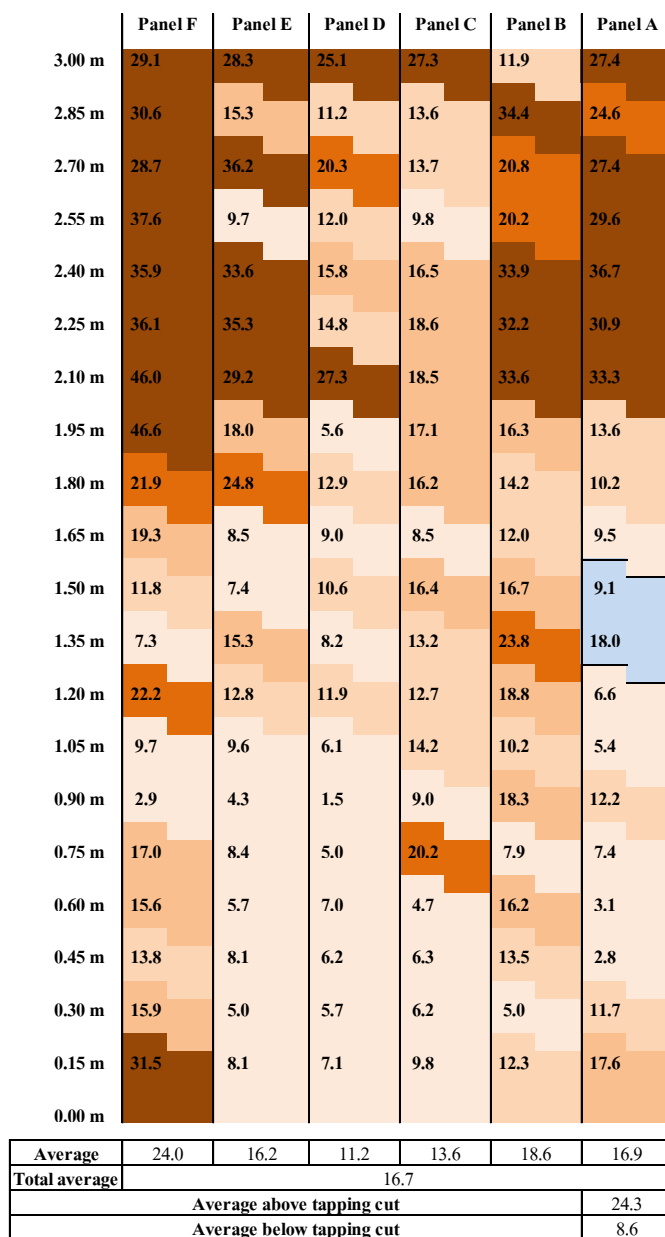
ภาพที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกริด 3 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557 – สิงหาคม 2558 ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละบาร์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$ เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสในช่วงให้ผลผลิตสูง ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

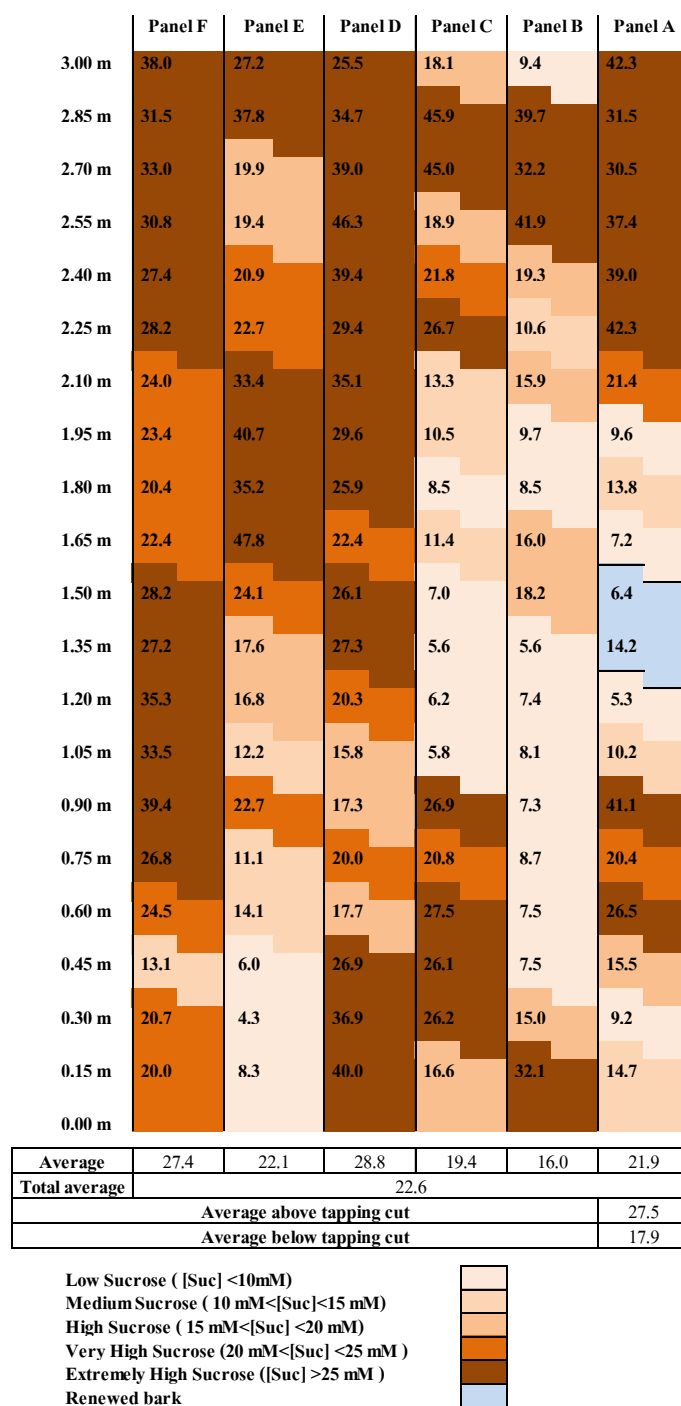
การกระจายตัวของปริมาณซูโครสรอบลำต้นยางพาราที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกริด S/3 d1 2d/3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ำกริดมีค่า 15.6 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 10) ในขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 18.0 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมา คือ panel A และ B มีค่า 15.6 และ 13.1 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 19.9 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณซูโครส 10.7 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ำกริดมีค่า 16.7 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 11) ขณะที่ panel F มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 24.0 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือ panel B, A, E, C และ D มีค่า 18.6, 16.9, 16.2, 13.6 และ 11.2 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 24.3 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณซูโครส 8.6 มิลลิโมลต่อลิตร และการกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ำกริดเท่ากับ 22.6 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 12) ปริมาณซูโครสใน panel D มีค่าสูงสุด คือ 28.8 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือ panel F, E, A, C และ B มีค่า 27.4, 22.1, 21.9, 19.4 และ 16.0 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 27.5 มิลลิโมลต่อลิตร สูงกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณซูโครสเท่ากับ 17.9 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้การเก็บเกี่ยวน้ำยาง 3 ระบบ พบว่า การใช้ระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสในลำต้นสูงกว่าการใช้ระบบกริดแบบที่เกษตรกรใช้และระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ นอกจากนี้ ปริมาณซูโครสของการใช้ระบบกริดแบบ S/3 d1 2d/3 และ S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) มีปริมาณสูงเหนือรอยกริดที่ระดับ 1.90-3.00 เมตร แต่การใช้ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) มีปริมาณสูงและมีกระจายตัวรอบรอยเจาะของการเก็บเกี่ยวน้ำยาง



ภาพที่ 10 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกริด S/3 d1 2d/3 ในช่วงให้ผลผลิตสูง



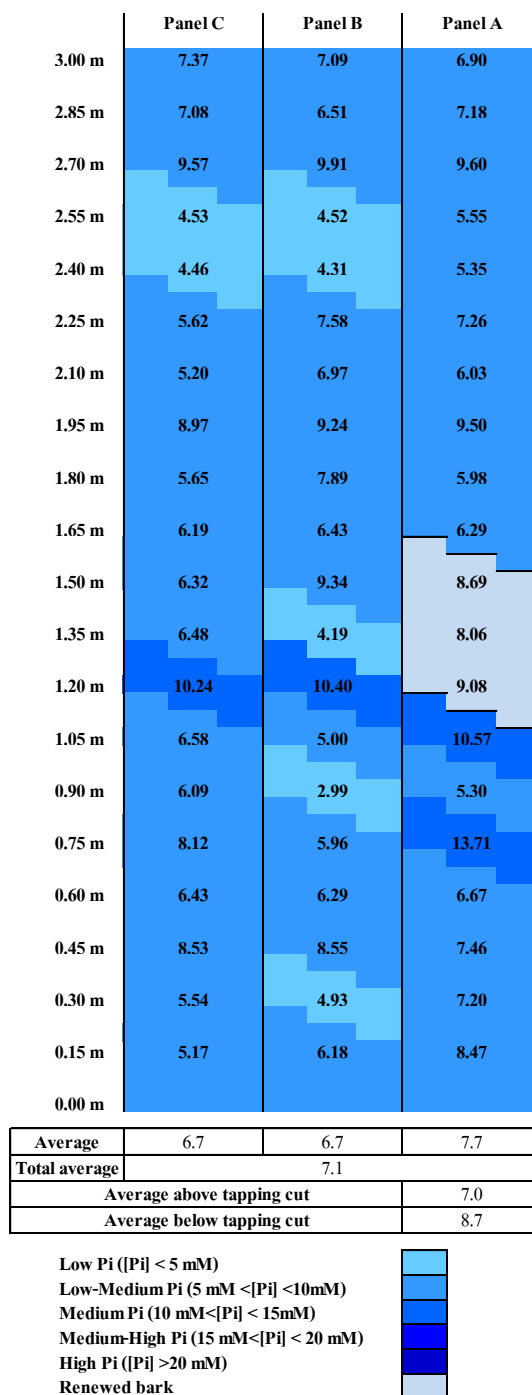
ภาพที่ 11 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง



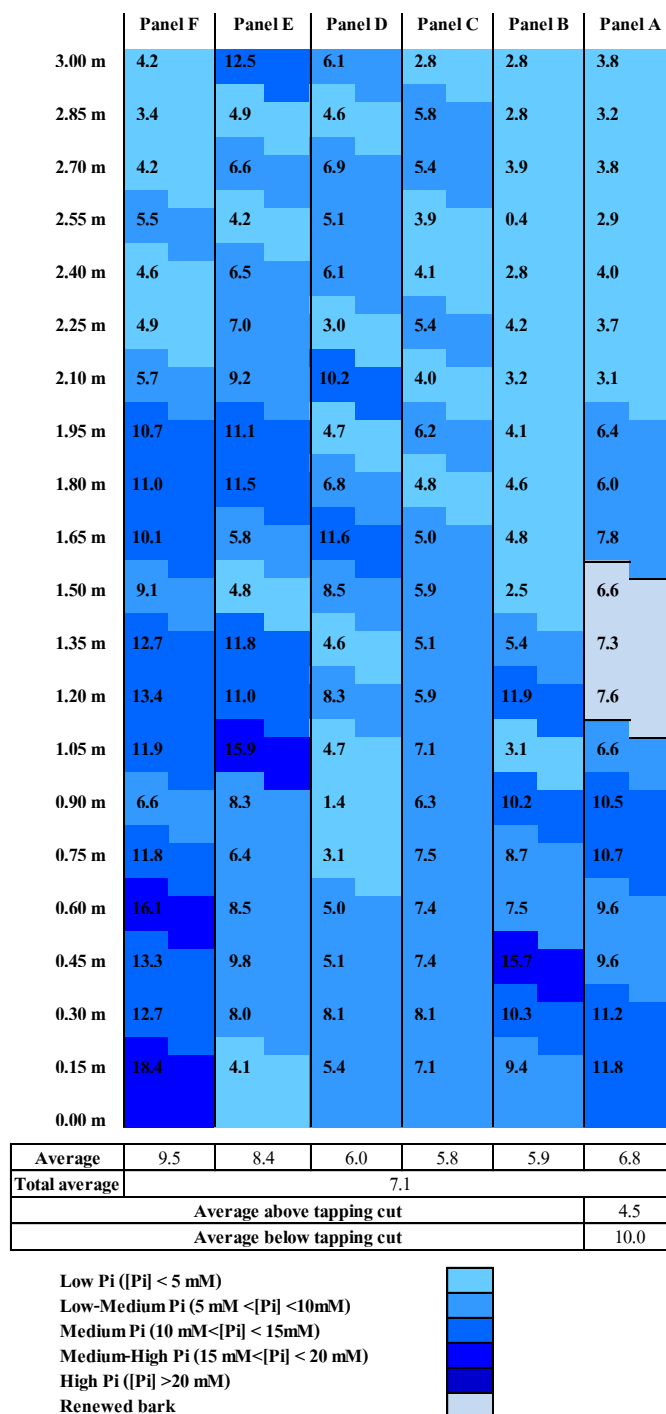
ภาพที่ 12 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง

การกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสในช่วงให้ผลผลิตสูง ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

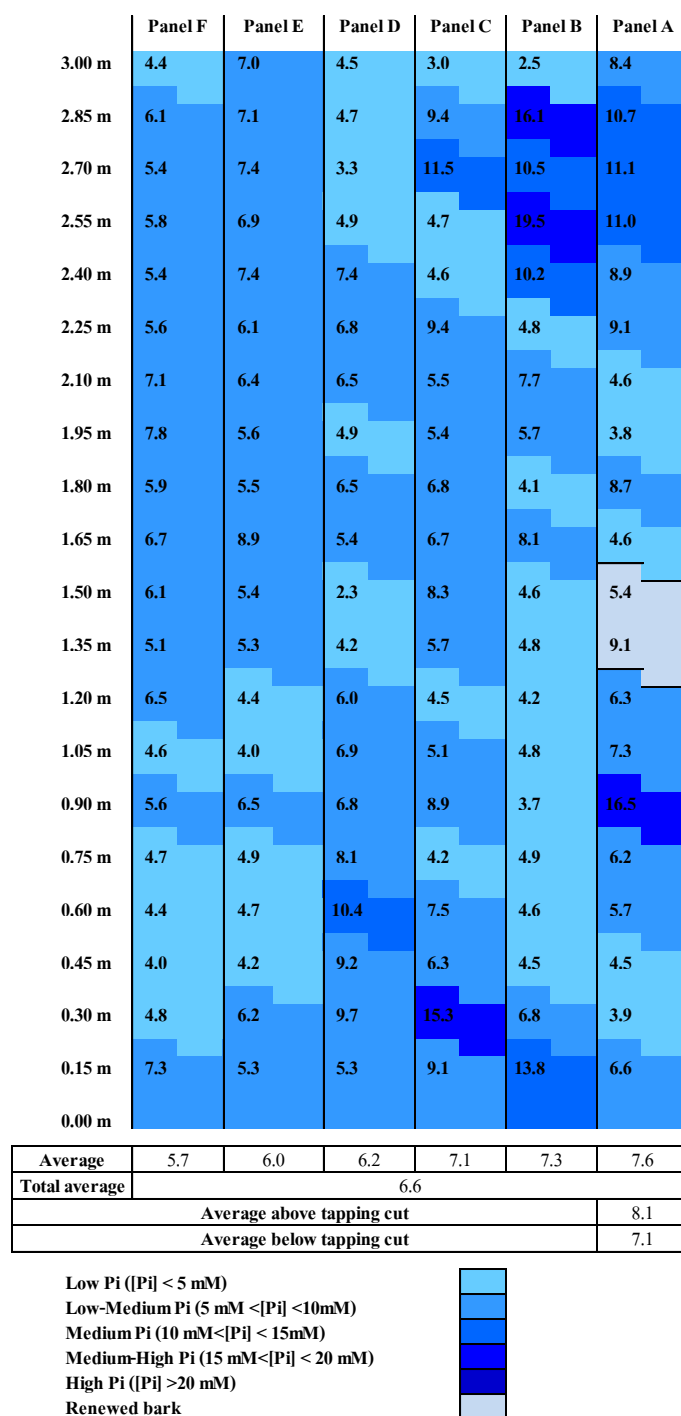
การกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกริด S/3 d1 2d/3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากริดมีค่าเท่ากับ 7.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 13) ในขณะที่ panel A มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 7.7 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะที่ panel B และ C มีค่าเท่ากัน คือ 6.7 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 7.0 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส 8.7 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับการกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากริดมีค่า 7.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 14) ขณะที่ panel F มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 9.5 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือ panel E, A, D, B และ C มีค่า 8.4, 6.8, 6.0, 5.9 และ 5.8 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 4.5 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร และการกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากริดเท่ากับ 6.6 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 15) ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสใน panel A มีค่าสูงสุด คือ 7.6 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือ panel B, C, D, E และ F มีค่า 7.3, 7.1, 6.2, 6.0 และ 5.7 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 8.1 มิลลิโมลต่อลิตร สูงกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 7.1 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้การเก็บเกี่ยวน้ำยาง 3 ระบบ พบว่า การใช้ระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสในลำต้นต่ำกว่าการใช้ระบบกริดแบบที่เกษตรกรใช้และระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์



ภาพที่ 13 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกริด S/3 d1 2d/3 ในช่วงให้ผลผลิตสูง



ภาพที่ 14 การกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกริด S/6 d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง



ภาพที่ 15 การกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบเจาะ Puncture d3 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d) ในช่วงให้ผลผลิตสูง

จากผลของการกระจายตัวของปริมาณซูโครสและปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้น ยางพาราในช่วงให้ผลผลิตสูง (เดือนตุลาคม) ในภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า ปริมาณซูโครสของต้น ยางพารามีค่าลดลงบริเวณด้านบนและด้านล่างรอยกรีด และปริมาณซูโครสส่วนใหญ่มีการสะสมมาก บริเวณด้านบนขึ้นไประดับ 1.90 เมตร จากพื้นดิน อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบเจาะร่วมกับการกระตุ้น ด้วยแก๊สเอทิลีนมีการสะสมของปริมาณซูโครสรอบลำต้นมากกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ นอกจากนี้ ค่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าสูงบริเวณใต้รอยกรีด แสดงให้เห็นถึงต้นยางมีกระบวนการสร้างพลังงาน ในบริเวณหน้ากรีดเพิ่มขึ้นกว่าส่วนอื่นๆ เพื่อตอบสนองต่อการกรีดยาง จากการศึกษาของ Chantuma *et al.* (2006) ในยางพาราพันธุ์ RRIM600 อายุ 7 ปี โดยใช้ระบบกรีดครั้งลำต้นกรีดวันเว้นวัน ระบบกรีดครั้ง ลำต้นกรีดวันเว้นสองวัน ร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% จำนวน 8 ครั้งต่อปีและ ระบบกรีดครั้งลำ ต้น 2 รอยกรีด (DCA) พบว่า ทุกะบบกรีดให้ปริมาณซูโครสบริเวณหน้ากรีดยางลดลง เนื่องจากมีการนำ น้ำตาลไปใช้ในการสร้างน้ำยาง ขณะที่ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น การที่ค่าปริมาณซูโครสต่ำ และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง บริเวณใกล้กับรอยกรีด แสดงว่าบริเวณนั้นเกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำยาง ทดแทน และการที่มีค่าปริมาณซูโครสสูงและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง อยู่ห่างจากรอยกรีด สามารถเป็น ตัวแทนของพื้นที่ที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสสูง (อาจเป็นบริเวณเก็บสะสมน้ำตาลเพื่อนำไปใช้ในการ น้ำยางต่อไป)

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ให้ผลผลิตต่อครั้ง กรีดและผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ โดยมีค่าปริมาณเนื้อยางแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่เดียวกันส่งผลต่อการลดลงของค่าปริมาณซูโครสและค่าปริมาณไรออล แต่มีค่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง ค่าการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำสอดคล้องกับการให้ผลผลิตที่สูงขึ้นและมีการ สิ้นเปลืองเปลืองน้อยกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้

การทดลองที่ 2

การเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดและ ผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ แต่ส่งผลต่อการลดลงของค่าปริมาณเนื้อยางแห้ง ค่าการเจริญเติบโตทางลำต้น ค่าปริมาณซูโครสและค่าปริมาณไรออล ในขณะที่ค่าปริมาณอนินทรีย์ ฟอสฟอรัสสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่า การเจาะร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนด้วยอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีการกระจายตัวของปริมาณซูโครสเฉลี่ยรอบลำต้นสูงกว่า แต่มีการกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ ฟอสฟอรัสเฉลี่ยรอบลำต้นต่ำกว่าระบบกรีดอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา บางจั่น และสุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2544. มวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารหลักของต้นยางพารา พันธุ์ RRIM 600 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ. 2543. รายงานประจำปี 2543. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- โชคชัย เอนกชัย, นอง ยกถาวร, นิพนธ์ แก้วปฏิมา และสุวัฒน์ ทิฆมิต. 2538. การเปรียบเทียบผลผลิตของยางบางพันธุ์ที่เปิดกรีดก่อนกำหนด. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- นภาพรณ เลขาวิวัฒน์, รัชณี รัตนวงศ์ และอนุสรณ์ แรมสี. 2544. การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศ ในเขตภูมิอากาศที่ 1. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นพรัตน์ บำรุงรัตน์. 2540. การปรับปรุงระบบกรีดยางพาราในต้นยางแกลโดยใช้สารเร่งน้ำยาง. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พนัส แพชนะ และ สมยศ สันธะหัต. 2546. เปรียบเทียบผลผลิตยางสดด้วยวิธีการกรีดกับวิธีการเจาะในยางพันธุ์ RRIM 600 เปิดกรีดใหม่. รายงานวิจัยศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 213-225.
- เพียว ร่มรื่นสุขารมย์, อีรชาติ วิจิตชลชัย, ณพรัตน์ วิจิตชลชัย, บุตรี วงศ์ถาวร, กรรณิการ์ อีระวัฒนสุข และสุจินต์ แม้นเหมือน. 2542. ปัจจัยเสี่ยงต่อการกระตุ้นการเกิดอาการเปลือกแห้งในยางพารา. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พงษ์เทพ ขจรไชยกุล. 2538. เทคโนโลยีการยาง. ว. ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี 3: 94-95.
- พิชิต สฟโชค. 2536. การเพิ่มผลผลิตยางพาราหลังการผลัดใบโดยการหยุดพักกรีดและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเมื่อเปิดกรีด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิชิต สฟโชค, โชคชัย เอนกชัย, นอง ยกถาวร, เพิ่มพันธ์ คำนคร และ สุริยะ คงศิลป์. 2542. การกรีดร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบางระยะ. รายงานผลโครงการวิจัยย่อยประจำปี 2542. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- พิชิต สฟโชค, พิศมัย จันทุม และพนัส แพชนะ. 2548. การกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พิศมัย จันทุม. 2544. สรีรวิทยาของต้นยางกับระบบกรีด. การประชุมวิชาการยางพาราประจำปี 2544 ครั้งที่ 1 วันที่ 20-22 กุมภาพันธ์ 2544 ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. หน้า 78-89.

- พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชีวเคมีใน
ท่อน้ำยางต่อระบบกรีดและผลผลิตยางพารา. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2546. สถาบันวิจัย
ยาง กรมวิชาการเกษตร. หน้า 395-447.
- พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา, Gohet, E. และ Thaler, P. 2549. ระบบกรีดสองรอยกรีด. วารสาร
ยางพารา 22-27; 47-61.
- วีรยุทธ์ ดาวลัย. 2543. การตัดสินใจในการใช้วิธีการกรีดยางระหว่างการใช้วิธีการเจาะต้นยางโดยใช้แก๊ส
แรงน้ำยางกับการใช้มีดกรีดยางของเกษตรกรชาวสวนยางพารา จังหวัดนครศรีธรรมราช.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หน้า 173-230.
- สถาบันวิจัยยาง. 2544. คำแนะนำการกรีดยางและการใช้สารเคมีแรงน้ำยาง. วารสารยางพารา 2:107-
124
- สถาบันวิจัยยาง. 2546. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2546. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2547. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2547. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สายัณห์ สดุดี อิบรอเฮม ยีดำ วิชัย หวังวโรตม และ จรวย เพชรหนองชุม. 2553. รายงานวิจัยฉบับ
สมบูรณ์ โครงการผลของการใช้ RRIMFLOW, LET, Double TEX และ Ethrphon ที่มีผลต่อ
การเพิ่มผลผลิตน้ำยางและสรีรวิทยาน้ำยางในยางพาราพันธุ์ RRIM600: กรณีศึกษาในจังหวัด
สงขลา. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต
หาดใหญ่.
- สายัณห์ สดุดี และอัศมน ลิมสกุล. 2555. แนวโน้มผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อยางพารา
ในภาคใต้ของประเทศไทย ในการประชุมวิชาการบูรณาการองค์ความรู้งานวิจัยการเปลี่ยนแปลง
ภูมิอากาศ ด้านวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และสังคมด้านนโยบายการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน
ณ อิมแพ็ค เมืองทองธานี 21-22 มิถุนายน 2555. น. 213-222.
- อารักษ์ จันทูมา และพิศมัย จันทูมา. 2546. การเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสในต้นยาง การสะสมมวลชีวภาพ
และดัชนีการเก็บเกี่ยวน้ำยางในยางบางพันธุ์. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรม
วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อารักษ์ จันทูมา, พิศมัย จันทูมา, สมจินตนา รุเตอร์แมน, สว่างรัตน์ สมนาค และพิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง. 2546.
ความสัมพันธ์ของกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางจากการสังเคราะห์แสงของยางพารา. รายงาน
การวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อรรวรรณ ทองเนืองาม. 2550. ทิศทางการวิจัยและพัฒนาในปี 2550 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการ
เกษตร. วารสารยางพารา 28:5-14.
- Chanasongkram, P. and Samosorn, S. 1989. Anatomical parameters of latex production.
/In Proceedings of the Franco-Thai Workshop on Natural Rubber: Tapping Practices

- on Smallholdings in Southern Thailand, Hat Yai /Pattani, Thailand, 21-24 November 1989, pp. 3-11.
- Chantuma, P., Thaniswanyangkura, S., Kasemap, P., Gohet, E. and Thaler, P. 2006. Distribution Pattern of Latex Sucrose Content and Concurrent Metabolic Activity at the Trunk Level on Different Tapping Systems and in Latex Producing Bark of *Hevea brasiliensis*. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 40: 634-642.
- Chapman, G. W. 1951. Plant hormones and yield in *Hevea brasiliensis*. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*. 13: 167-176.
- Chrestin, H., Pujade-Renaud, V., Montoro, P., Narangajavana, J., Vichitcholchai, N., Teerawatanasuk, K. and Lacrotte, R. 1997. Expression of gene involved in coagulation and regeneration of latex: Clonal variation and effects of yield stimulation with ethrel. Paper present "The biochemical and molecular tools for exploitation diagnostic and rubber tree improvement" Mahidol University, Bangkok.
- Gohet, E. and Chantuma, P. 1999. Microdiagnostic latex training RRIT-DOA, Chachoengsao Rubber Research Center, 22-26 November 1999, Chachoengsao.
- Hock, L.C. and Sivakumaran, S. 2003. Enhancing rubber production to meet increasing demand for natural rubber. Paper presented at IRRDB Symposium "Challenges for Natural Rubber in Globalization" Chiang Mai, Thailand, 15-17 September 2003.
- Jacob, J.L., Serres, E., Prevot, J.C., Lacrotte, R., Vidal, A., Eschbach, J.M. and D' Auzac, J. 1988. Development of the *hevea* latex diagnosis. *Agritrop*. 12: 97-115.
- Jacob J.L. and Prévot J.C. 1989. Bark dryness: histological, cytological and biochemical aspects. *In* Proceedings of a workshop on tree dryness Penang, Malaysia.
- Jacob, J.L., Prevot, J.C., Vidal, A., Eschbach, J.M., Lacrotte, R. and Serres, E. 1989. Tapping practices base on physiological knowledge. Proceedings of the Franco-Thai Workshop on Natural Rubber: Tapping Practices on Smallholdings in Southern Thailand, Hat Yai/Pattani, Thailand, 21-24 November 1989.
- Jacob, J.L., Prevot, J.C., Lacotte, R., Gohet, E., Clement, A., Gallois, R., Joet T., Pujade-Renaud, V., d'Auzac J. 1997 The biological mechanisms controlling the *Hevea brasiliensis* rubber yield. IRRDB Annual Meeting, Ho Chi Minh City, Vietnam, 11-13 October 1997.

- Leconte, A., Vaysse, L., Santisopasri, V., Kruprasert, C., Gohet, E. and Bonfils, F. 2006. On farm testing of ethephon stimulation and different tapping frequencies, effect on rubber production and quality of rubber. Fran co-Thai project 2005-2008.
- Lacote, R., Gabla, O., Obouayeba, S., Eschbach, J.M., Rivano, F., Dian, K. and Gohet, E. 2010. Long-term effect of ethylene stimulation on the yield of rubber trees is linked to latex cell biochemistry. *Field Crops Research* 115:94-98.
- Milford, G.F.J., Paardekooper, E.C. and Ho, C.Y. 1969. Latex vessel plugging, its importance to yield and clonal behavior. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya* 21: 274-282.
- Obouayeba S, Boa D, Aké S. and Lacrotte R. 2002. Influence of age and girth at opening on growth and productivity of *Hevea*. *Indian Journal of Natural Rubber Research* 15: 66-71.
- Paardekooper, E.C. 1989. Exploitation of the rubber tree. *In Rubber* (eds. C.C. Webster and W.J. Baulkwill) pp. 379-381. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Raj, S., Satheesh, P.R. and Jacob, J. 2011. Evidence for climate warming in some natural rubber growing regions of South India. *Natural Rubber Research* 24:10-17.
- Riches, P.J. and Gooding, B.G.E. 1952. Studies in the physiology of latex. I Latex flow on tapping -Theoretical considerations. *New Phytologist* 51: 1-10.
- Rodrigo, V.H.L. 2007. Adoption of different tapping systems in the rubber industry of Sri Lanka with special reference to low frequency tapping. *Journal Rubber Research Institute of Sri Lanka*, 88: 1-21.
- Sainoi, T. and Sdoodee, S. 2012. The impact of ethylene gas application on young-tapping rubber trees. *Journal of Agricultural Technology* 8: 1497-1507.
- Silpi, U., Thaler, P., Kasemsap, P., Leconte, A., Chantuma, A., Adam, B., Gohet, E., Thanisawanyangkura, S. and Ameglio, T. 2006b. Effect of tapping activity on the dynamics of radial growth of *Hevea brasiliensis* trees. *Tree Physiology* 26:1579-1587.
- Sivakumaran, S. 1983. Ethephon stimulation. *Planters' Bulletin of the RRIM* 174: 33-35.
- Yeang, H.Y. 2005. The kinetics of latex flow from the rubber tree in relation to latex vessel plugging and turgor pressure. *Journal of Rubber Research* 8:160-181.
- Zhu, J. and Zhang, Z. 2009. Ethylene stimulation of latex production in *Hevea brasiliensis*. *Plant Signaling and Behavior* 4:1072-1074.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 การตั้งหน้ากรีตระบบกรีต S/3 2d/3 6d/7



ภาพผนวกที่ 2 การตั้งหน้ากรีตระบบกรีต S/6 d3 6d/7 ET2.5% Pa1(2) 12/y (m)



ภาพผนวกที่ 3 การตั้งหน้ากรีตระบบกรีต S/6 d3 6d/7 ETG60% LET -40- 48/y(6d)



ภาพผนวกที่ 4 การตั้งหน้ากรีตระบบกรีต S/6 d3 6d/7 ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y(9d)



ภาพผนวกที่ 5 การตั้งหน้ากรีดระบบกรีด S/6 d3 6d/7 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)



ภาพผนวกที่ 6 การตั้งหน้ากรีตระบบเจาะ Puncture d3 6d/7 ETG99% Double Tex -60- 36/y(9d)